



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

INSTITUTE OF MACHINE AND INDUSTRIAL DESIGN

DESIGN CESTOVNÍHO MOTOCYKLU NA ELEKTRICKÝ POHON

DESIGN OF ELECTRIC DRIVE MOTORCYCLE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Martin Krčma

VEDOUcí PRÁCE

SUPERVISOR

doc. akad. soch. Ladislav Křenek, ArtD.

BRNO 2017

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav konstruování
Student: **Bc. Martin Krčma**
Studijní program: Aplikované vědy v inženýrství
Studijní obor: Průmyslový design ve strojírenství
Vedoucí práce: **doc. akad. soch. Ladislav Křenek, ArtD.**
Akademický rok: 2016/17

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Design cestovního motocyklu na elektrický pohon

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Segment elektrických motocyklů vykazuje na světovém trhu podobně jako je tomu u elektromobilů stále rostoucí tendenci. Design většiny nejprodávanějších elektro-motocyklů však stále zůstává ve vizuální tradici motocyklů se spalovacím motorem. Projekce alternativního systému pohonu do výtvarně technického konceptu motocyklu s elektrickým pohonem se stane zdrojem inspirace a ukáže možný vývoj designu ve sledované oblasti do budoucna.

Typ práce: vývojová - designérská

Projekt: specifický vysokoškolský výzkum

Cíle diplomové práce:

Navrhnout motocykl na denní cestování, který efektivně využívá použité technologie a ty se současně promítají do vnějšího designu. Stroj musí být vizuálně atraktivní, ve vyšší výkonové třídě, aby byla obhájena jeho vysoká cena.

Dílčí cíle diplomové práce:

- definovat progresivní technologie potencionálně vhodné pro realizaci motocyklu,
- navrhnout koncept technického a technologického řešení elektrického motocyklu,
- zpracovat prostorový model navrženého designu.

Požadované výstupy: funkční vzorek, průvodní zpráva, sumarizační poster, technický poster, ergonomický poster, designérský poster, fotografie modelu, fyzický model.

Rozsah práce: cca 72 000 znaků (40 - 50 stran textu bez obrázků).

Struktura práce a šablona průvodní zprávy jsou závazné:

http://dokumenty.uk.fme.vutbr.cz/BP_DP/Zasady_VSKP_2017.pdf

Fakulta strojního inženýrství, Vysoké učení technické v Brně / Technická 2896/2 / 616 69 / Brno

Seznam literatury:

DREYFUSS, Henry. Designing for people. New York: Allworth Press, 2003. ISBN 1581153120.

FIELL, Charlotte a Peter FIELL (eds.). Designing the 21st century: design des 21. Jahrhunderts Le design du 21 siècle. Köln: Taschen, c2001. ISBN 3-8228-5883-8.

LIDWELL, William a Gerry MANACSA. Deconstructing product design: exploring the form, function, usability, sustainability, and commercial success of 100 amazing products. Beverly, Mass.: Rockport Publishers, c2009. ISBN 1592533450.

NORMAN, Donald A. Emotional design: why we love (or hate) everyday things. New York: Basic Books, 2005. ISBN 0-465-05136-7.

PELCL, Jiří. Design: od myšlenky k realizaci = from idea to realization. V Praze: Vysoká škola uměleckoprůmyslová v Praze, c2012. ISBN 978-80-86863-45-0.

THOMPSON, Rob a Young Yun KIM. Product and furniture design. New York: Thames & Hudson, 2011. Manufacturing guides. ISBN 0500289190.

TICHÁ, Jana a Jan KAPLICKÝ. Future systems. Vyd. 1. Praha: Zlatý řez, 2002. ISBN 80-901562-6-6.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2016/17.

V Brně, dne 1. 11. 2016



v.ř. Hartl

prof. Ing. Martin Hartl, Ph.D.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývá designem elektrického cestovního motocyklu. Nejprve je analyzována současná situace na trhu. Na základě této analýzy je vypracován návrh s ohledem na konstrukční, ergonomické a estetické aspekty. Součástí práce je vyhledání a využití vhodných nových technologií.

KLÍČOVÁ SLOVA

Motocykl, Elektrický, Vozidlo, Design

ABSTRACT

Subject of this masters thesis is design of an electric travel motorbike. At first, current market state is analysed. Then, based on the completed analysis, a new product is designed that fulfils mechanical, ergonomic and aesthetic requirements. Part of this work is a search for new technologies and their incorporation in the design.

KEYWORDS

Motorcycle, Electric, Vehicle, Design

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

KRČMA, M. Design cestovního motocyklu na elektrický pohon. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2017. 88 s. Vedoucí diplomové práce doc. akad. soch. Ladislav Křenek, ArtD..

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Design cestovního motocyklu na elektrický pohon zpracoval samostatně, s použitím zdrojů uvedených v seznamu použité literatury.

.....

v Brně dne

.....

podpis

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval docentovi Ladislavu Křenkovi za vedení mé práce. Dále bych rád poděkoval mojí rodině za její podporu a mým spolužákům za radu a zpětnou vazbu, mnohokrát spolupráci a společnost.

OBSAH

ABSTRAKT	5
ABSTRACT	5
KEYWORDS	5
BIBLIOGRAFICKÁ CITACE	5
PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI	7
PODĚKOVÁNÍ	9
1 ÚVOD	12
2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ	13
2.1 Historický přehled	13
2.2 Designérská analýza	15
2.2.1 Mission R [6]	15
2.2.2 Zero SR [7]	16
2.2.3 Agility Saitta [8]	17
2.2.4 Volta BCN City [9]	18
2.2.5 Johammer J1 [10]	19
2.2.6 Bultaco Rapitan [11]	21
2.3 Technická analýza	21
2.3.1 Stavební prvky motocyklu	21
2.3.2 Šasi a osvětlení	23
2.3.3 Odpružení	24
2.3.4 Kola a brzdy	25
2.3.5 Pohonná jednotka a transmise	27
2.3.6 Uložení elektrické energie a nabíjení	28
2.3.7 Ergonomie a ovládací prvky	29
2.3.8 Rekuperace energie a KERS	30
2.4 Analýza a shrnutí poznatků z rešerše	31
3 ANALÝZA PROBLÉMŮ A CÍL PRÁCE	32
3.1 Rozbor trhu	33
3.1.1 Stanovení cíle a formulování strategie	33
3.1.2 Analýza tržních příležitostí	33
4 VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU	36
4.1 První varianta	36
4.1.1 Vývoj	36
4.2 Druhá varianta	38
4.2.1 Vývoj	39
4.3 Třetí varianta	40
4.3.1 Vývoj	41
4.4 Přepřepřování třetí varianty	42
5 TVAROVÉ ŘEŠENÍ	44
5.1 Kompozice	45
5.2 Maska	46
5.3 Světlomet a osvětlení	47
5.4 Horní kapota	47
5.5 Spodní kapota	48
5.6 Sedadlo	48
5.7 Rám a tlumiče	49
5.8 Blatníky	50

5.9	Disky	50
5.10	Řídítka	50
6	KONSTRUKČNĚ TECHNOLOGICKÉ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ	52
6.1	Základní parametry	52
6.2	Vnitřní uspořádání a rozložení komponent	52
6.3	Kapoty a krytování	53
6.4	Rám, uložení kol a odpružení	54
6.5	Pohonná jednotka, baterie a nabíjení	57
6.5.1	Baterie a nabíjení	57
6.5.2	Motor a ovladač	58
6.6	Brzdový systém a rekuperace energie	59
6.7	Shrnutí navržených parametrů	60
6.8	Ergonomické řešení	61
6.8.1	Posed a řízení	61
6.8.2	Osvětlení a štít	62
6.8.3	Ovládací prvky	63
6.8.4	Užitkové a manipulační prvky	64
7	BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ	66
7.1	Barevné řešení	66
7.1.1	Varianty a alternativní řešení	67
7.2	Ovládací prvky	68
7.3	Display a uživatelské rozhraní	68
8	DISKUZE	71
8.1	Psychologické aspekty	71
8.1.1	Ovládací prvky	71
8.2	Ekonomický rozbor	72
8.3	Sociální aspekty	74
8.3.1	Ekologie	75
9	ZÁVĚR	76
	CITACE	78
	SEZNAM OBRÁZKŮ	82
	SEZNAM PŘÍLOH	84
	VLOŽENÁ PŘÍLOHA	85

1 ÚVOD

Téma této práce bylo zvoleno s ohledem k autorovu zájmu o motocykly. Návrh motocyklu s tradiční pohonnou jednotkou bez specifického cíle je však velmi obtížný a do hloubky prozkoumaný úkol a jako zajímavější varianta se jevílo téma návrhu elektrického motocyklu, jelikož vozidla s tímto pohonem se dostávají do popředí zájmu a více než kdy jindy jich vstupuje na trh. Je pro to ideální čas, protože používané technologie dosahují konkurenceschopnosti, především v oblasti bateriové technologie, oproti spalovacím vozidlům.

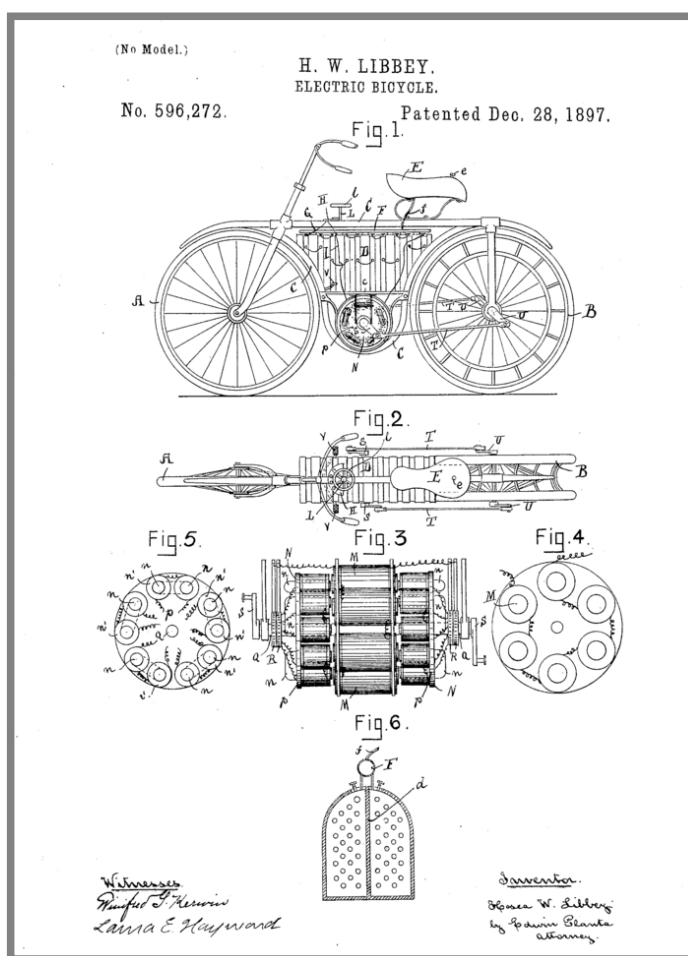
Jejich design se však příliš neodlišuje od existujících strojů a velmi málo pracuje se specifickým rozložením elektrického motocyklu. Tato práce bude zaměřená na prozkoumání existujících technologií a hledání rovnováhy mezi parametry jako je výkon, váha a dojezd motocyklu. Tyto poznatky budou potom použité při návrhu designu cestovního motocyklu. Navržený motocykl by měl ukázat možnosti současné technologie a definovat možné použití nových technologií.

Očekávám že v budoucnosti se vývoj vozidel bude čím dál tím častěji ubírat směrem elektrického pohonu. Je proto důležité prostudovat vozidla, která s tímto pohonem nejsou ještě plně vyřešená a zvážit, za je pro ně vhodný. To bude součástí této práce, a v průběhu práce bude rozhodnuto, jaké uspořádání elektrického motocyklu je pro blízkou budoucnost nejvhodnější. Výsledný motocykl bude potom navržen.

2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

2.1 Historický přehled

Historie elektrických motocyklů se začíná psát koncem devatenáctého století, kde je uděleno několik patentů na elektrická kola a motocykly. Tyto stroje používaly různých rozložení komponentů, s centrálním uložením motoru, s motorem uloženým v ose zadní vidlice či přímo v ose kola. Používaly rané elektrické baterie na bázi olovo-kyselina a stejnosměrné kartáčové motory. Tyto rané motocykly se nedostaly přes počáteční fázi vývoje. [1]



Obr.1-1 Libbeyho patent z roku 1897

Významného postupu bylo dosaženo před druhou světovou válkou v roce 1936, kdy belgický výrobce motocyklů Socovel začal sérově vyrábět jejich elektrický skútr, který se stal mírně populárním během války z důvodu nedostatku pohonných hmot. Na vývoji elektrických motocyklů pracovali kvůli nedostatku paliva i v USA. [2]

Velmi důležitým mužem pro vývoj těchto strojů byl Karl Kordes, vynálezce moderního typu baterie. Přímou on i postavil motocykl s elektrickým pohonem, původně na nikl-kadmiovou baterii, později přešel na hydrazinový palivový článek. Tento palivový článek poskytoval motocyklu velmi dlouhý dojezd – 320 kilometrů na galon při maximální rychlosti 40 km/h. Nevýhodou samozřejmě bylo použité palivo, hydrazin

je mimo jiné vysoce toxické raketové palivo, které není spotřebitelům běžně dostupné.
[3]



Obr.2-1 Karl Kordesch a jeho motocykl

Vývoj použitých technologií umožnil v sedmdesátých letech stavbu vysoce výkonných motocyklů. Jeden z jejich stavitelů byl Mike Corbin, který na motocyklu vlastní výroby ustanovil světový rekord v rychlosti el. motocyklů, a to 266 km/h. Motocykl používal 24V motor startéru z letadla a konvenční baterii. Tento stroj byl jeden z prvních elektrických dragsterů, následovaly stroje jako je KawaSHOCKi, Killacycle a Electrocat. [4]



Obr.2-2 Peugeot Scoot'Elec

Okolo roku 2000 se začaly být snáze dostupné Li-on baterie a bezkartáčové motory, a tyto technologie umožnili rozšíření elektrických motocyklů mezi spotřebitele. První doopravdy masově vyráběný byl Peugeot Scoot'Elec, jehož výroba začala v roce 1996a pokračovala až do roku 2006. [5]

2.2 Designérská analýza

2.2.1 Mission R [6]

Mission Motors po uvedení prototypu jejich vysoce výkonného elektrického motocyklu Mission One vedli úspěšnou kampaň na Kickstarteru a zajistili si tak podporu od veřejnosti a sponzorů na vývoj jejich dalšího motocyklu, Mission R. Tento prototyp byl velmi úspěšný v závodech el. motocyklů a dostal se až do před-produkční fáze, bohužel firma vyhlásila bankrot a ve finále se jim nepodařilo započít produkci ani jednoho jejich modelu.



Obr.2-3 Mission R

Nejnovější verze motocyklu Mission R je částečně krytovaný stroj s unikátním rámem, navrženým specificky pro elektrický motocykl. Rám je kombinovaný, z části trubkový a motor je využitý jako nosný prvek. Používá kapalinou chlazený 100kW AC motor, její maximální rychlost byla okolo 230 km/h a dojezd měl být 240 km. Motor je poněkud netypicky převodovaný nadvkrát. Cena motocyklu měla být \$58 000 USD.

Design stroje je poplatný jeho technickému řešení. Jasně viditelná je absence masivních vzduchových šachet a jinak řešené krytování okolo baterií. Toto dovolilo, aby motocykl zůstal podstatně štíhlejší než se spalovacím motorem. V kombinaci se zvoleným barevným řešením stroj působí překvapivě elegantně na jeho výkonovou třídu.

Motor je umístěn nad osou zadní vidlice, přímo pod sedačkou a motocykl má velmi subtilní monopost, který zdůrazňuje absenci výfuků. Zadní kolo je hnané řetězem.

2.2

2.2.1



Obr.2-4 Rám Misson R

Kryt nádrže a maska motocyklu však zůstal identický se současnými závodními stroji, pravděpodobně kvůli snadnému dosažení ergonomických parametrů.

2.2.2 Zero SR [7]

Zero Motorcycles se povedlo do sériové výroby dostat celou řadu motocyklů, od strojů které jsou analogické ke kubatuře 125 cc až k výkonnějším strojům okolo 50 kW.



Obr.2-5 Zero SR

Stroje Zero jsou štíhlé, nenápadné a v některých konfiguracích poskytují dojezd přes 300 km a v jiných nabízejí velmi vysoké zrychlení a maximální rychlost přes 160 km/h. Firma je úspěšná a daří je jim držet podstatnou část trhu, díky dobrým technickým parametrům a příznivým cenám (10-15 000\$). Její roční prodej však tvoří pouhý drobný zlomek trhu, roční prodej se pohybuje v tisících kusů.

Design motocyklu je inspirován supermoty s jednoduchým barevným schématem, masivním plastovým krytem na místo motoru a chladiče, celkově je velmi tradiční

a minimálně odkazuje na alternativní pohonnou jednotku. Masky motocyklu je osazena jednoduchým kapličkovým světlem. Motocykly jsou dobře designově zvládnuté, působí uhlazeně a elegantně.



Obr.2-6 Rám Zero SR

Tyto prvky se vyskytují na všech jejich motocyklech - ucelené barevné prvky kapotáže v jednom odstínu a velké množství matného černého plastu charakterizuje design značky.



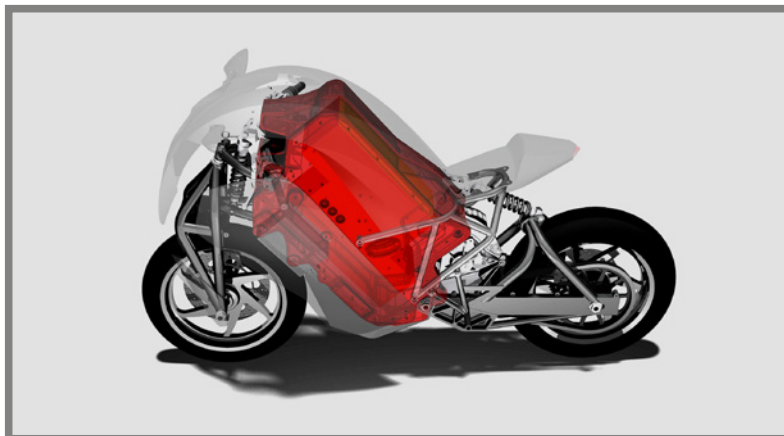
Obr.2-7 Agility Saitta

2.2.3 Agility Saitta [8]

Při designu této motorky byl zvolen postup doopravdy od základu a jeho výsledkem je motocykl na první pohled odlišný od strojů s klasickou pohonnou jednotkou. Agility má otevřený trubkový rám, s motorem uloženým nad čepem kyvné vidlice. Box bato-

2.2.3

rií slouží jako nosný prvek rámu. Přední vidlice, která je pod větším zatížením, než je obvyklé, byla zvolena typu duolever, který lépe odolává kmitům ve více osách.



Obr.2-8 Uložení baterií na motocyklu Saietta

Pro baterie byl vyhrazen významný prostor v rámu, kde by jindy byla uložena nádrž a motor, a motocykl tak jako jeden z mála potlačil klasické rozložení hmot na stroji. Hmoty motocyklu je posunutá dopředu, až tak že přední kolo je umístěno spíše pod, než před motocyklem. Naopak zadek motocyklu je extrémně odlehčen, a to včetně sedáčky, která byla zkrácena. Unikátní vzhled je podpořen netradiční podobou krytování baterií, které stroj odlišuje od většiny současné produkce. Polo kapota motocyklu je vyvedená v poměrně netradičních barevných řešení, buď matně bílé nebo leštěná ocel. Motocykl v současné době prochází redesignem a na nabídku Saietty se vrátí jako Agility NGC.



Obr.2-9 BCN City

2.2.4 Volta BCN City [9]

Volta Motorbikes je firma která úspěšně přivedla na trh cenově nenáročnou řadu motocyklů v podobě Volta BCN City a Sport v několika konfiguracích. Jejich motocykly



Obr.2-10 Uložení baterií na motocyklu Volta

jsou dobrým receptem pro spojení ekonomické náročnosti a výkonu. Jejich dojezd se pohybuje do 100 km, s motory o výkonu 25 kW. Ceny začínají na 225 tisíci korun. Design motocyklů této značky je inspirovaný současnými motocykly typu motard. Jsou štíhlé, stylizované do podoby sportovního naháče. Nejvýraznějšími prvky jsou ostře řezané prvky masky na nádrže. Design motocyklu směřuje k agresivnímu, dynamickému motocyklu malé kubatury. Tento vzhled je porušen masivním rámem a krytem z černého plastu okolo baterie a zadní vidlice. Bohužel, tento objem se stává hlavním definujícím prvkem motocyklu i co se týče barevného řešení a utlačuje nevýrazné metalické laky nádrže.

2.2.5 Johammer J1 [10]

2.2.5

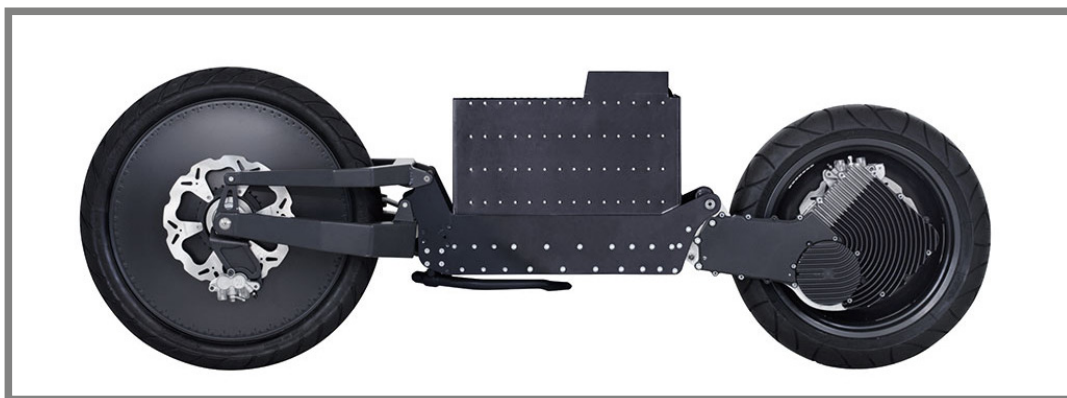


Obr.2-11 J-1

Rakouská společnost Johammer začala v roce 2015 v omezeném počtu produkovat svoje unikátní elektrické choppery J1. Tyto stroje mají velmi zvláštní designovou vizi,

velmi jednoduchá příhradová konstrukce pro baterie a dvě kyvné vidlice tvoří hlavní rám motocyklu a motor je integrován přímo do osy kola.

Motocykl není příliš výkonný, ale díky jeho vysoké efektivitě nabízí dojezd až 200 km a maximální rychlost 120 km/h. Motor má výkon 11kW a je v permanentní olejové lázni. Na stroji jsou použita unikátní technická řešení vyvinutá přímo pro něj, včetně vlastních battery packů a systému rekuperativního brzdění. Cena motocyklu je 23-25 tisíc euro.



Obr.2-12 Rám motocyklu Johammer

Celý motocykl je pokrytý vroubkovanou karosérií s animalistickým tvarováním, která je minimálně přerušovaná. Přímo z ní vystupují zrcátka spojená s řídítky, ve kterých jsou integrované palubní indikátory. Sedlo je volně přehozeno přes monolit karoserie. Přední strana motocyklu je pokryta hrubým žebrovaním, ze kterého vystupují čoko-vitá světla. Zajímavým řešením jsou dvojité stupačky, které umožňují ergonomický posed pro jezdce různých výšek. Celkově je motocykl tvarován jako slimák. Oceňuji na něm radikální konstrukční i designérské řešení, ale před motocyklu se světlometem a ovládači by potřebovali revitalizaci. Oproti zbytku motocyklu, který má jistou ideu, působí přidané na poslední chvíli.



Obr.2-13 Bultaco Rapitán

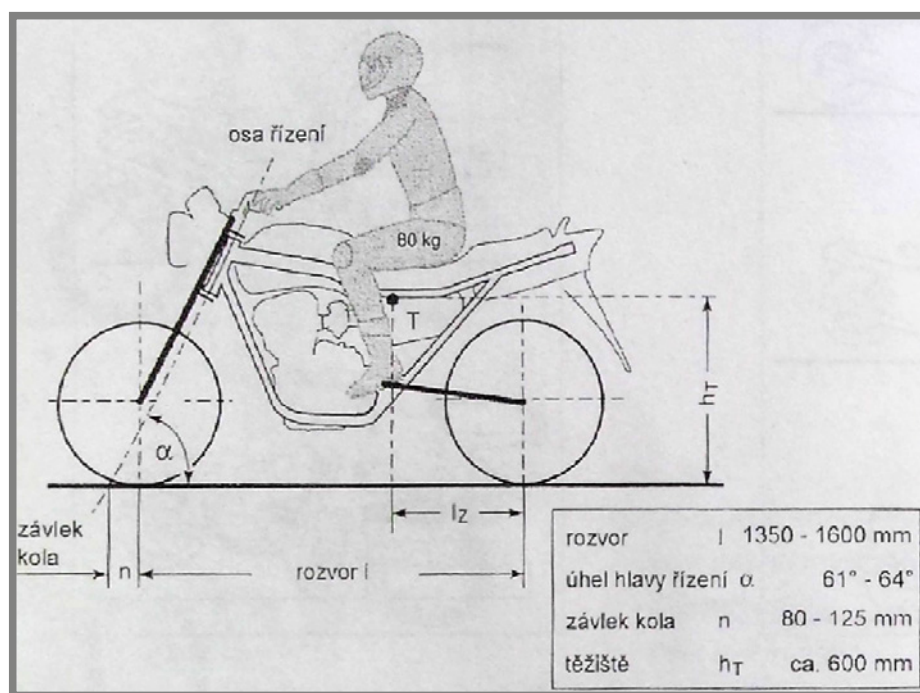
2.2.6 Bultaco Rapitan [11]

2.2.6

Firma Bultaco navazuje na tradičního španělského výrobce motocyklů a na trh se vrátila v roce 2014 se svým elektrickým motocyklem který je představen ve dvou verzích, Rapitan a Sport. Jedná se o 40kW motocykl typu motard s dojezdem 200 km, rekuperativním brzděním a rychlým nabíjením. Předpokládaná cena je 10 000 liber. Motocykl se momentálně neprodává, firma se zabývá výkonnými elektrokoly.

Po technické stránce je motocykl velmi ambiciózní. Není sice příliš výkonný, ale obsahuje velmi pokročilé technologie v oblasti baterií, jako je rekuperace, velký poměr kWh/kg a vysoká rychlost nabíjení - 95% pod jednu hodinu. Celá váha motocyklu je pouze 189 kg, přestože vypadá značně masivně. Má přední vidlici alternativní konstrukce, pokročilé brzdy a náhon řemenem.

Designem se stroj zařazuje mezi velká cestovní endura. Má výrazný trubkový rám, vysunutou masku s blatníkem a polo kapotu. Ve své klasicky koncipované nádrži má Rapitan prostor na helmu. Dominantou motocyklu je masivní plastová vana kryjící battery pack. V zadní polovině jsou výrazné trubkové rámy pod sedačkou a kyvné vidlice. Jsou v mírném rozporu z monolitickými hmotami na přední straně motorky. Asymetricky uložená převodová skříň tvoří pomyslnou bariéru mezi polovinami. Barvné řešení je opět žluto modré, typické pro elektrická vozidla.



Obr.2-14 Rozměry motocyklu

2.3 Technická analýza

2.3

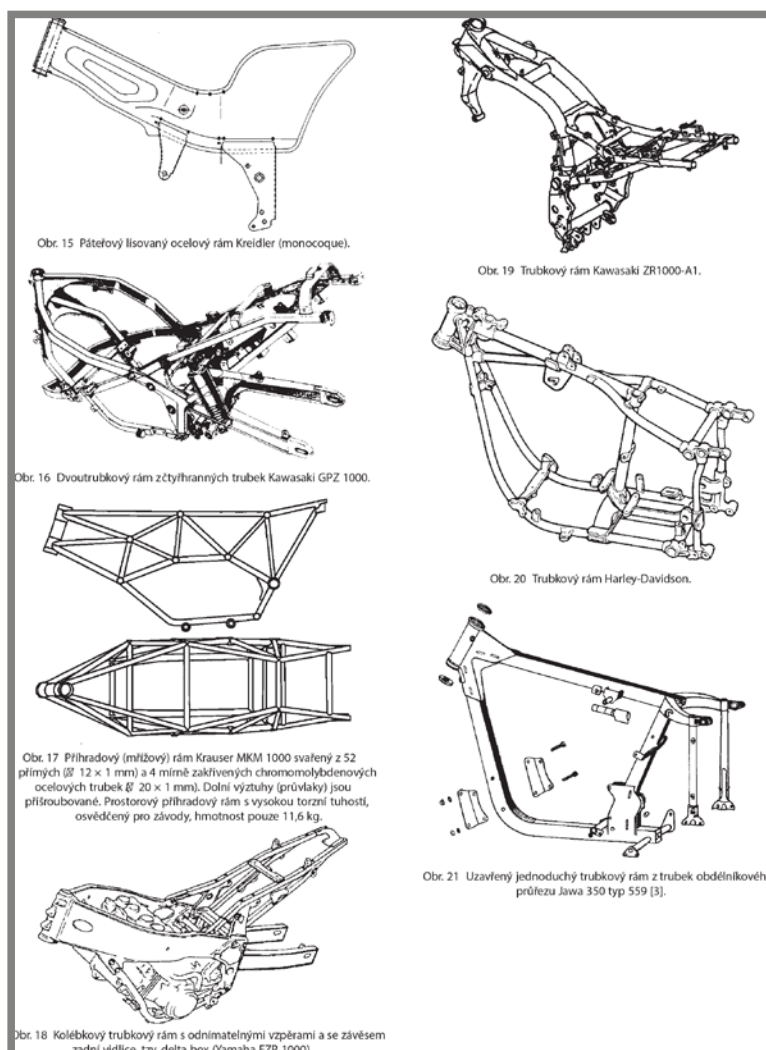
2.3.1 Stavební prvky motocyklu

2.3.1

Většina částí elektrického motocyklu je shodná s motocyklem spalovacím. Oba typy obsahují rám, odpružení, kola, brzdy a náhon na zadní kolo. První rozdíl je v ovlá-

dacích prvcích, většina elektrických motocyklů nemá převodovku ani spojku. Jinak je ovládací schéma totožné. Větší rozdíl je v oblasti nádrže a motoru. Motor je často umístěn v oblasti čepu zadní vidlice nebo místo převodovky, a na místě motoru a nádrže jsou baterie. Jediné další komponenty specifické pro elektrické motocykly jsou ovladač motoru, a pokud je vestavěná, tak nabíječka baterií. [9]

Rozvor většiny současných motocyklů se pohybuje mezi 1300-1600 milimetry. Nejčastější používaný uhel hlavy řízení 61° - 64° se závlekem (vzdálenost mezi průsečíkem osy řízení a bodem styku pneumatiky se zemí) 80-125 mm. Výška těžiště cca 600 mm. Závlek má podstatný vliv na ovládání motocyklu. Čím delší je závlek, tím je stabilnější řízení a tím větší síla je potřeba k otočení kola. Malý a negativní závlek vede k nestabilnímu řízení, které nemá tendenci se vracet do neutrální polohy. Vliv úhlu hlavy řízení již není tak vysoký, současné úhly řízení jsou zvoleny kvůli nárokům teleskopických vidlic. [16]



Obr.2-15

Výběr z typů rámu

Posazení jezdce na motocyklu a jeho určení lze často rozpoznat z tzv. ovládacího trojúhelníku. Jde o úhly a vzdálenosti mezi řídítky, sedadlem a stupačkami. Podle něho lze poznat, zda bude motocyklista zalehávat nebo bude sedět vzpřímeně, a jak bude mít natažené nohy. [18]

Rám

Rám je jednou z komponent, která udává jízdní vlastnosti motocyklu. Původní, uzavřené jedno trubkové rámy objímající motor se již prakticky nepoužívají. Byly nahrazené rámy buď příhradovými, kolébkovými nebo páteřovými z lisovaných profilů. Tyto rámy buď spojují hlavu řízení s čepem kyvné vidlice nejkratší možnou cestou, nebo kvůli zvýšení tuhosti používají motor jako zatížený člen – tzn. že jsou otevřené. Většina moderních rámu je buď z rovných trubkových sekcí, nebo jde o svařence z výlisků. Lité rámy jsou technologicky náročné, ale při správném návrhu spojují extrémní tuhost s lehkou vahou. Speciálním typem rámu je monokok – je zároveň rámem, šasi i nádrží. [17] [22]

Specifickým úkolem pro návrh elektrického motocyklu je rám s vhodným uložením baterií. Kvůli jiným objemům hmot se i rám musí lišit. Například páteřové rámy s přímou sekcí jsou nevhodné, protože procházejí středem bateriového prostoru. I otevřené rámy jsou problematické, protože by bateriový box musel být použit jako nosný člen. Jako vhodný typ rámu se tak jeví rám kolébkový nebo příhradový, nebo moderní pojetí dvojitý trubkový rám. [24]

2.3.2 Šasi a osvětlení

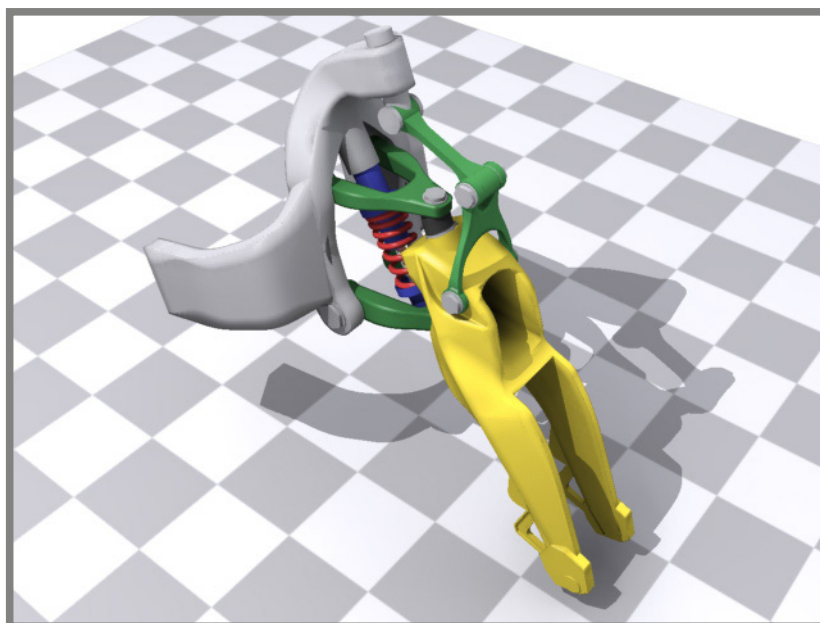
2.3.2



Obr.2-16 Typy kapot silničních motocyklů - polokapota, plná kapota, „naháč“

Moderní silniční motocykly se dají hrubě rozdělit na plno kapotované, polo kapotované a takzvané „naháče“, motocykly bez kapoty. Plno kapotované motocykly jsou většinou sportovní a cestovní silniční motocykly, včetně závodních speciálů. Polo kapota se objevuje na všech typech motocyklů. Je výhodná protože poskytuje většinu aerodynamických výhod plné kapoty pro běžnou jízdu, zároveň ale odkrývá motor, který je u spalovacích motocyklů nosným vizuálním prvkem. [18]

Přední světlomety jsou buď uloženy v masce motocyklů, pokud jde o motocykl kapotovaný, nebo jsou připevněny k teleskopické vidlici společně s přístrojovým panelem.

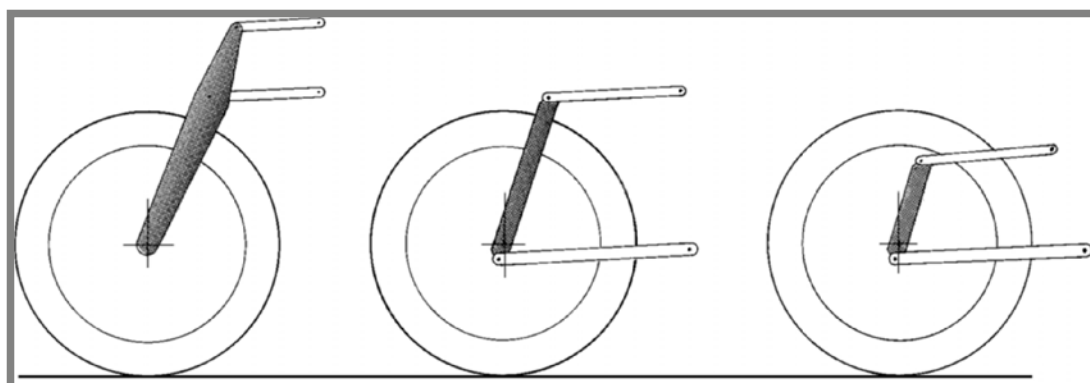


Obr.2-18 BMW vidlice paralever

2.3.3 Odpružení

Moderní motocykly mají odpružené přední i zadní kolo. Nejčastější konfigurací odpružení jsou teleskopické vidlice na předním kole a kyvná vidlice na zadním kole. Teleskopické vidlice jsou přes jejich nedostatky prakticky univerzálně používány pro jejich jednoduchost. Jedna část vidlice je v podstatě pár trubek, jedna z nich je spojena s rámem, jedna s kolem motocyklu. Vnitřní z nich může volně klouzat ve vnější a spojení mezi nimi je pomocí tlumené pružiny vevnitř trubek. [16]

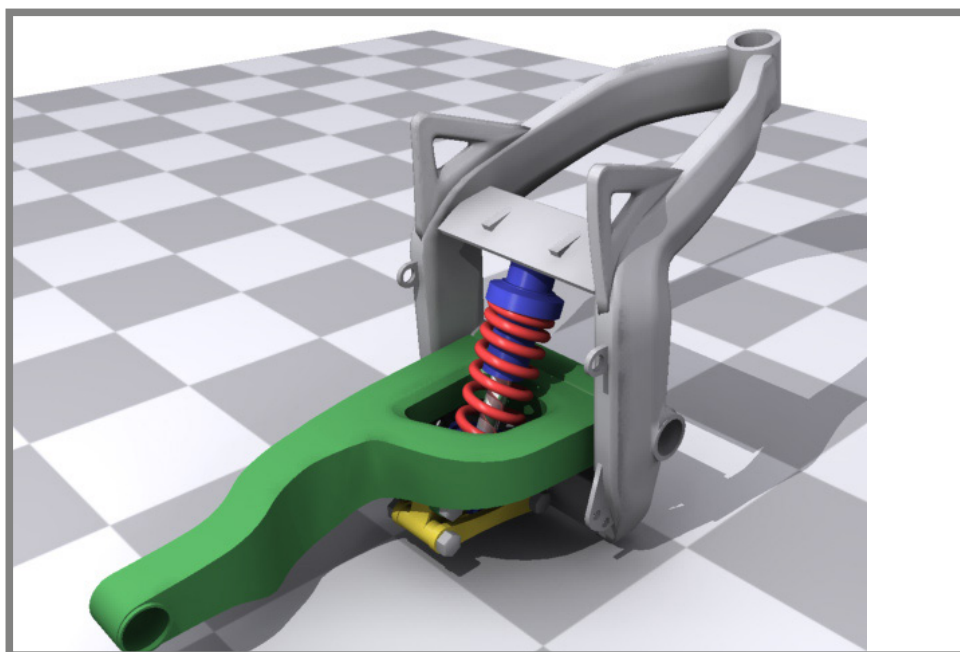
Největšími problémy teleskopických vidlic je propadání předního kola při brzdění a při nárazu kola na dostatečně velkou překážku, toto zkrátí vzdálenost mezi koly a drasticky změní stabilitu. Toto je problémem především u sportovních motocyklů ve vysoké rychlosti, na nich se proto objevuje systém antidive, který při brzdění zvyšuje tuhost předního odpružení. Další vlastností teleskopických vidlic je, že všechny síly



Obr.2-17 Odpružení typu Hossack, Foale a Parker

z nárazů a brzdění jsou přenášeny přímo do řídicích. Toto, kombinované s dlouhou pákou na hlavu řízení, vyžaduje masivně zpevněný rám. [17]

Alternativ teleskopických vidlic je více typů, většina z nich je však mechanicky složitější, ale nevyžadují takovou přesnost součástí. Hlavní firmou na poli alternativních uložení je BMW, která stojí za typem Telelever a Duolever, vyvinut z odpružení Normana Hossacka. Duolever, z těchto odpružení pokročilejší, plně přenáší síly z kola do



Obr.2-19 Jednostranná zadní vidlice s kolébkou

rámu a zároveň funguje jako plnohodnotná rovnoběžníková náprava. [21]

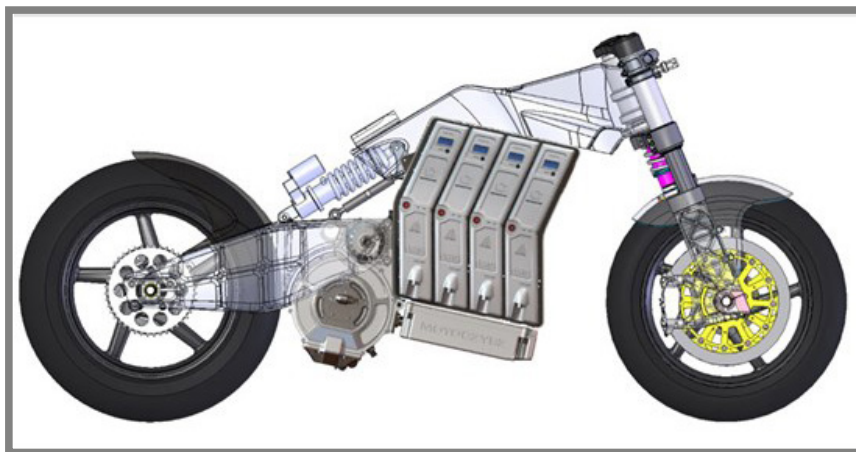
Další variantou, používanou především firmou Bimota, je přední kyvná vidlice s natáčením kola v ose. Netrpí problémy teleskopických vidlic, ale natáčení kola v ose je mechanicky náročné a motorka se podstatně jinak ovládá.

Jako odpružení zadního kola jsou prakticky univerzálně použité kyvné vidlice, a to s jedním nebo se dvěma tlumičmi prvky. Na klasických motocyklech se používají trubkové zadní vidlice, s dvěma tlumiči zavěšenými blízko ose kole. Nízká tuhost vedla k triangulaci zadních kyvek a v současnosti se používají tuhé odlitky nebo trubkové příhrady tuhé ve všech osách, které snadno umožňují i letmé uložení zadního kola. Tlumiče se s touto tuhou konstrukcí zkrátily, přesunuly blíže k uložení vidlice a používá se pouze jeden. Konstrukcí s jedním tlumičem je více typů. [21]

2.3.4 Kola a brzdy

Pneumatiky motocykl a dalších jednostopých vozidel se liší od typů na vícestopých vozidlech. Protože většina zatáčení na těchto vozidlech je pomocí naklonění, musí být pneumatika v průřezu zaoblená. Toto vede při stejné šířce pneumatiky k radikálně zmenšenému kontaktu s vozovkou. Toto je důvodem použití masivních pneumatik

2.3.4



Obr.2-20 Uložení komponent Motocysz - Baterie, motor a řídicí jednotka

u výkonných motocyklů. Dále vznikají zvláštní požadavky na konstrukci ráfků i pneumatik, protože ty musejí zajistit konstantní plochu kontaktu s vozovkou. V současnosti jsou u silničních nejvíce používané 16-18“ palcová kola, s tím že průměr kola i s pneumatikou je víceméně podobný díky vyšším pneumatikám u 16“ kol. Výsledné průměry jsou okolo 23“-27“. Šířky pneumatik jsou 80-200 pro motocykly této výkonové třídy, dle katalogu Bridgestone.[16]

Prakticky univerzálně jsou na motocyklech používány kotoučové brzdy s hydraulickou čelistí, které se od sebe liší jen v technických detailech jako je typ třmenů tvar a rozměry. Přední brzda je výkonnější, přenáší se na ni větší část brzdné síly. Je často většího průměru nebo jsou na předním kole dva disky. Mezi méně používané typy patří brzdny disk uložený na vnějším obvodu kola s brzdou čelistí na vnitřním obvodu. Moderní motocykly jsou hromadně osazovány ABS a dalšími asistenty. [18]



Obr.2-21 Pohon řemenem

Brzdy a pneumatiky tvoří primární bezpečnostní prvky motocyklu, a na elektrickém motocyklu bez náplní budou jedinými součástmi vyžadujícími údržbu.

2.3.5 Pohonná jednotka a transmise

2.3.5

Pohonná jednotka elektrických motocyklů se skládá pouze z motoru, jeho ovládací jednotky a vývodu na transmisi. Na elektrických vozidlech se používají následující typy - stejnosměrné: Kartáčový a bezkartáčový (BLDC) komutátorový motor, sériový komutátorový motor a motory střídavé: indukční asynchronní a synchronní s permanentními magnety (PMSM). Kartáčové motory jsou omezeny ve výkonu a zbývající dva typy mají poměrně vyšší váhu větší rozměry, jsou vhodně především pro industriální použití. [24]

Elektrické motory pro motocykly v současnosti jsou nejčastější dvou typů – jsou to BLDC a PMSM. Jsou velmi podobné, oba dva jsou elektronicky ovládané motory s permanentními magnety. BLDC motory jsou jednodušší po použití s bateriovými systémy, protože používají stejnosměrný proud. PMSM motory jsou motory na střídavý proud, proto na jejich napájení z baterií potřebují komplikovanější elektroniku. Nabízejí ale lepší výkonové parametry. [24]

Dostupnost krouticího momentu ve všech otáčkách a vysoké maximální otáčky el. motorů umožňují použití přímého náhonu na zadní kolo. Kvůli tomuto jsou převodovky výjimečné (např. Victory Motorcycles Empulse TT) a odpadá i nutnost spojky. Většinou mají motocykly jednostupňový převod přímo na rozetu, někdy z konstrukčních důvodů dvojestupňový. Převodový stupeň se volí podle parametrů motoru, ideální převod balancuje zrychlení a maximální rychlost.

Převod je většinou uskutečněn válečkovým řetězem. Další možnosti zahrnují hřídele, především kardan a ozubený řemen. Ozubený řemen je poměrně novým technickým řešením. Jeho hlavní výhodou je bezúdržbovost. Donedávna náhon řemenem znamenal podstatnou ztrátu výkonu, se zlepšením materiálů se největším problémem řemenů staly řemenice a celkové rozměry. [17]



Obr.2-22

Uložení baterií v motocyklu Brammo

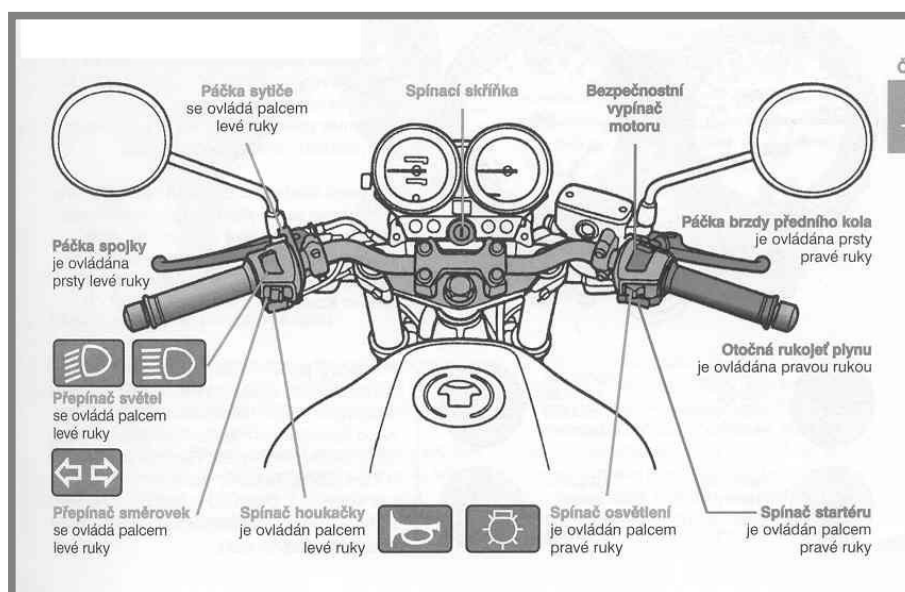
Uspořádání, které bylo uvedeno výše v textu, je nejklasičtějším řešením. Velikost elektrickým motorů ale umožňuje alternativní uspořádání. Je to například uložení motoru v kyvné vidlici, nebo přímo v ose kola. Motory v ose kola jsou většinou speciálně konstruované na pomalo běžný chod, jde o motory nižší výkonné třídy. Tento způsob pohonu je výhodný především pro přestavby z konvekčních motocyklů. Je v něm zahrnuto méně mechanických komponent. Otvírá také snadnou cestu něčemu u motocyklů extrémně výjimečnému – náhonu na obě kola. Nevýhodou je zvýšení neodpružené hmotnosti a omezení ve velikosti motoru. [24]

2.3.6 Uložení elektrické energie a nabíjení

Energie u vozidel na čistě elektrický pohon může být uložena v akumulátorech (běžně nazývaných baterie především v ang. literatuře – battery pack) nebo v palivových článcích, a to ve vodíkových. Tato analýza bude zaměřena na častěji používanou technologii, a to akumulátory.

Konstrukčně se akumulátorové moduly skládají z jednotlivých buněk, zapojených v různých kombinacích sériového a paralelního zapojení pro dosažení potřebného napětí. Modul tak může při stejném počtu jednotlivých buněk mít různé napětí a kapacitu. Dalšími díly jsou „Battery Management System“ desky, hlídající stav nabití a sloužící jako ochrana proti poškození, propojky, montážní a chladicí rámečky. [23]

Napětí a hustota energie v akumulátoru je dána především chemickou reakcí, na které je založený. Starším typem jsou olověné akumulátory, o něco novější jsou nikl-kadmiové. V současnosti jsou nejpoužívanější různé typy lithium iontových akumulátorů. Baterie pro elektrická vozidla mají v současné době poměr energie/hmotnosti 120-200 Wh/kg a oproti Li-ion bateriím na jiné použití mají velmi vysoké životní cykly, až přesahující 6000 cyklů a životnost 30 let. Tato životnost je ale pro ideální používání, baterie extrémně trpí přílišným vybíjením a naopak je pro ně prospěšné pravidelné



Obr.2-23 Ovládací prvky na řídítkách

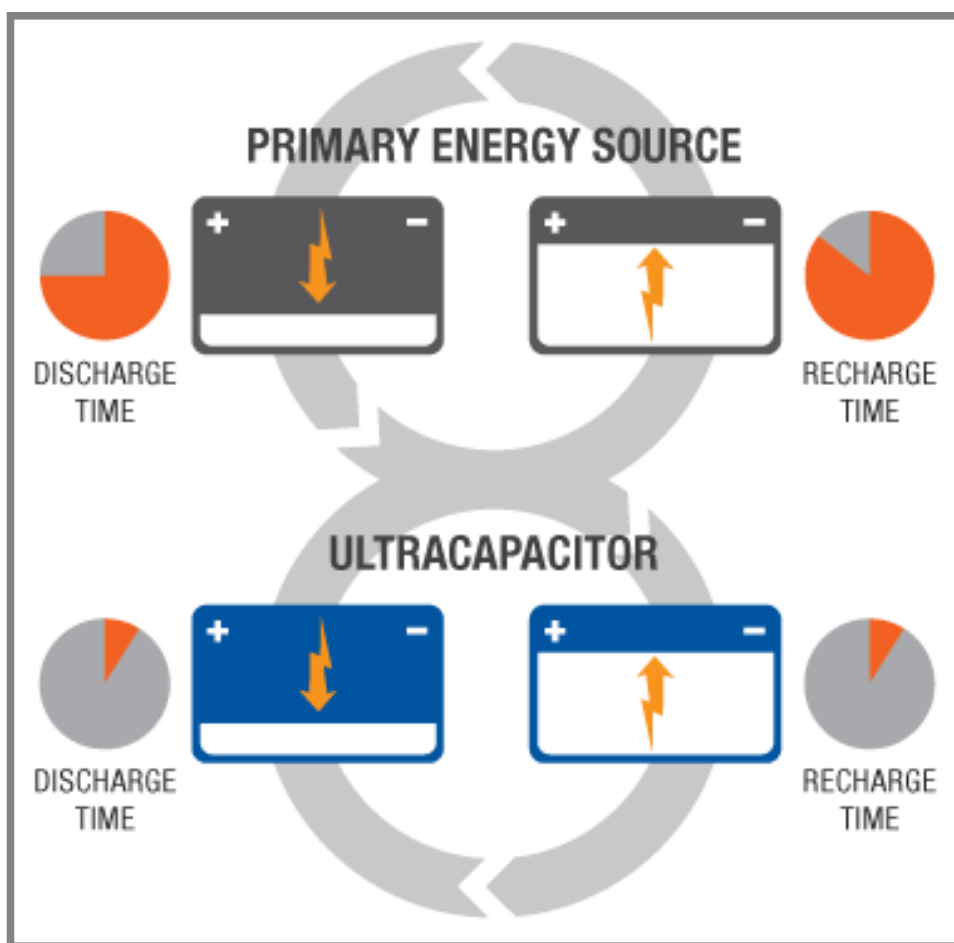
nabíjení z částečné vybitého stavu. K jejich životnosti přispívají další faktory, jako je provozní teplota (škodí jak příliš nízké teploty, tak teploty příliš vysoké, při vysokém odběru je potřeba baterie chladit) a rychlost nabíjení, pomalé nabíjení je vhodnější. Ve vývoji jsou baterie, které se blíží 300 Wh/kg. [19] [20]

Do budoucna jsou ve fázi vývoje baterie a akumulátory na bázi kov-vzduch, které mají nabízet několikanásobně vyšší kapacitu, která se svojí energetickou hustotou má vyrovnat benzínu. Nejblíže z nich je baterie Zn-Vzduch s více než dvojnásobnou specifickou energií proti Li-ion, která má výhodu v možnostech dobíjení a snadné recyklace baterie. Nejvyšší potencionální energetickou hustotu nabízejí akumulátory Li-O, ale jsou podstatné problémy v jejich konstrukci díky volatilitě použitých látek. [23]

2.3.7 Ergonomie a ovládací prvky

2.3.7

Ovládací prvky pro jízdu motocyklu jsou rozmístěny po dvou celcích. Velká část z nich je sdružená na řídítkách (viz obr. 23), ostatní jsou vyřešeny pomocí nožních pedálů. Všechny ovládací prvky jsou v dosahu řidiče beze změny polohy. Elektrický motocykl, obzvláště pokud nemá převodovou skříň, přichází o podstatnou část ovládacích prvků a indikátorů, a jen málo jich přibývá.



Obr.2-24

Výhody kapacitoru

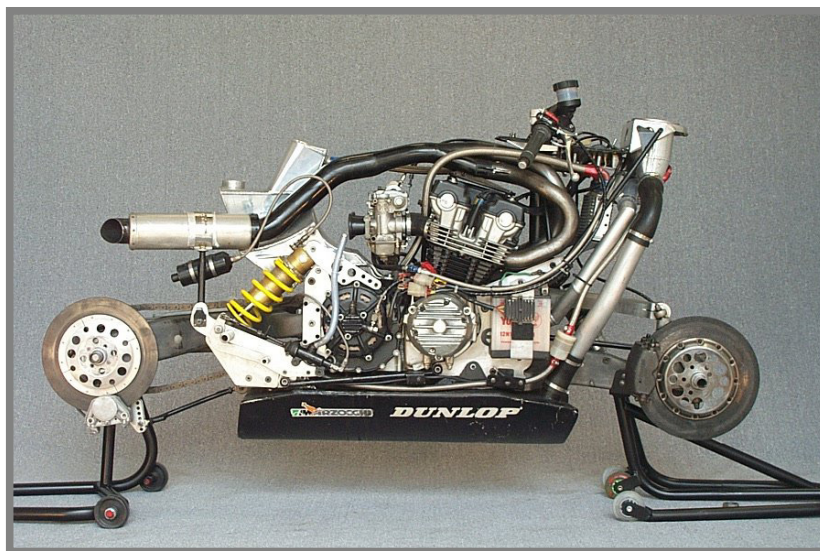
Směr jízdy je ovládán říditky a nakloněním motocyklu, takže sedačka a opěrné plochy u ní by měly být také brány jako ovládací prvek. Pravá ruka ovládá plyn pomocí otočné rukojeti a ovládá přední brzdu pomocí páčky. Dále je na pravém ovládacím trsu ovládání světel a vypnutí a startér motoru. Levá ruka tradičně ovládá spojku, která zde chybí. Dále ovládá levá ruka blinkry, přepínač světel a klakson. Spínač a indikátory jsou umístěny v trsu ve středu řídítek, společně s palubním počítačem. Pravá noha ovládá zadní brzdu, levá tradičně řadicí páku, která zde chybí.

Ovládacím prvkem specifickým pro elektrické motorky je ovládání rekuperativního brzdění. Je možné ho spráhnout s ovladači klasických brzd a úroveň řídit počítačem, nebo použít obousměrný plyn. [24]

2.3.8 Rekuperace energie a KERS

Systémy regenerativního brzdění a KERS(Kinetic Energy Recovery System) nejsou nic nového, již v polovině 20. století jezdily autobusy, které takovými systémy na základě setrvačníku byli vybaveny. Problém u spalovacích motorů je ten, že přidání takového systému zahrnuje nejednoduchý konstrukční úkol a přidá vozidlu velkou váhu a vysoký počet součástí.

U hybridních a elektrických vozidel je však toto řešení mnohem jednodušší. Velká část používaných motorů umí s minimálním snížením efektivity pracovat i jako generátor, pokud je elektronická výbava připravena na takové zapojení. Zároveň vozidlo obsahuje i úložiště takto získané energie - jeho baterie. Otázkou u tohoto řešení je, jak moc velkou zátěží na baterie opětovné dobíjení a vybíjení je. Existují proto návrhy systémů, které používají duální baterii, s komponentem který je pro takové zatížení vhodný. Jedná se například o kapacitorové banky.[29]



Obr.2-25 Příklad motocyklu s rámem typu Parker

2.4 Analýza a shrnutí poznatků z rešerše

2.4

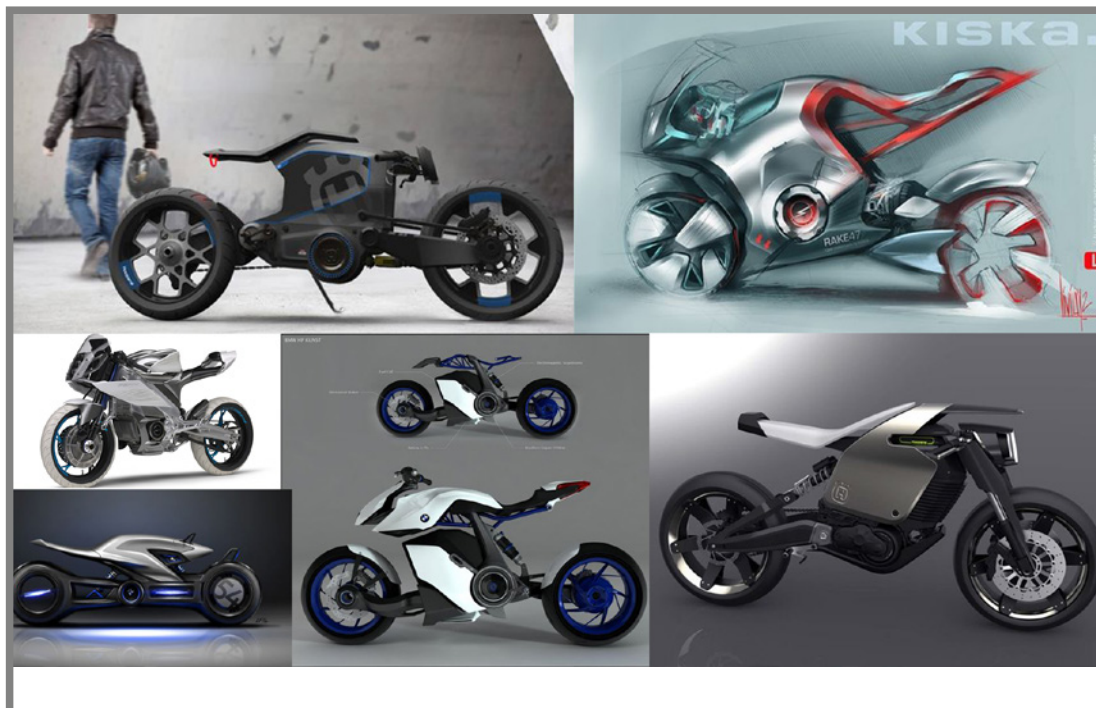
Největším problémem z pohledu designéra se u elektrických vozidel stává uložení baterií, a to je faktor, který spousta konceptů elegantně ignoruje a místo toho volí podtržení absence spalovacího motoru pomocí prázdných míst v rámu. Toto funguje dobře pro zvýraznění odlišného charakteru motocyklu, ale v praxi se tento prvek neprosazuje a naopak jsou vidět masivní hmoty na místo motoru a nádrže. Je nutné s tímto faktorem počítat a s touto hmotou pracovat již od počátku navrhování.

Tento přístup se osvědčil u několika strojů, kde byl použit a jejich rám byl pro baterie už navržen, jako je Mission R nebo Agility Saietta. Motocykly, které používají rám a nádrž podobnou spalovacím strojům mají dost často nevzhledné plastové kryty, se kterými původní linie strojů nepočítali.

Problémem z pohledu uvedení motocyklu na trh je rovnováha výkonu a ceny. Je sice možné navrhnout extrémně výkonný motocykl s dlouhým dojezdem, ale jeho cena bude astronomická a srovnatelná jen s nejdražšími motocykly jako jsou speciální edice Ducati. Proto prakticky žádný takový stroj není ve větší míře zastoupen na trhu a mnohem častěji je vidět motorky o výkonu 20-40 kW, které poskytují dostatek výkonu s dostatečně dlouhým dojezdem, a to za slušnou cenu. Pokud počítáme s technologickým vývojem, tak za dobu vývojového cyklu by měla klesnout cena jak motorů tak cena za kilowatthodinu baterií.

Problém s návrhem elektrického cestovního motocyklu typu touring – jako např. Honda Goldwing je neslučitelnost životnosti baterií s klasickým cyklem používání. Pro životnost baterií je nejvhodnější pravidelné částečné vybíjení a nabíjení. Pokud mají baterie dlouho stát bez použití, je vhodné je skladovat v částečně vybitém stavu při kontrolované teplotě. Extrémní vybíjení při dlouhých trasách po dlouhé době nečinnosti není pro životnost baterií vhodné. S touto informací je jako nejvhodnější motocykl pro elektrický pohon jeví klasický motocykl pro denní cestování bez jasně definované specializace – naked bike, nebo dual-sport. [24]

3 ANALÝZA PROBLÉMŮ A CÍL PRÁCE



Obr.3-1 Sbíрка konceptů motocyklů z Behance

Motivace pro tuto práci byl značný nesoulad mezi koncepty a prototypy elektrických motorek a typů, které jsou na trhu. V tomto typu stroje je obrovský potenciál, který ale produkční motocykly nevyužívají a proto nejsou dostatečně atraktivní pro existující motorkáře. I obyčejný cestující má velmi malou motivaci k tomu, aby elektrickou motorku používal jako svůj denní dopravní prostředek či na jízdu pro zábavu a sport. Motocykl pro většinu jeho uživatelů není pouze dopravním prostředkem, ale součástí životního stylu a image. Je to proto velmi důležité volit styling zdůrazňující individualitu.

Práce se zabývá návrhem elektrické motorky, která bude vhodně kombinovat jízdní parametry s dlouhým dojezdem, tak aby byla vhodná k dennímu dojíždění i k delším cestám. Tato vlastnost bude podpořena možností rychlonabíjení, které umožňuje nabití motocyklu do dvaceti minut.

Z pohledu designu je v této práci důležitý výzkum způsobů uspořádání elektrického motocyklu tak, aby jeho vzhled více odpovídal použitým technologiím a pouze neopakoval vizuální jazyk spalovacích motocyklů. Tato práce by se měla projevit nejenom na vzhledu motocyklu, ale i na jeho konstrukčním řešení. Hlavní komponenty a jízdní vlastnosti se se změnou pohonné jednotky mění a tudíž by se měly změnit i systémy, které na ně navazují.

Mezi problémy, na které je potřeba se zaměřit, je především problém skloubit rám s bateriovým boxem, uložení motoru a náhonu na zadní kola, zavěšení kol s ohledem na koncepci rámu.

Proto má výsledkem této práce být motocykl, který pracuje s použitou technologií a je vizuálně i výkonnostně atraktivní pro současné i potencionální motorkáře.

3.1 Rozbor trhu

3.1

Celkový roční prodej elektrických motocyklů činí okolo 1,2 milionu kusů, ale většina z nich jsou různé asijské stroje používající zastaralou technologii a nemají žádnou jasnou identitu, ani design, nebo se jedná o terénní motorky pro zábavu, svým krátkým dojezdem nevhodné pro cestování. [12]

Pokud se zaměříme na západní výrobce silničních motocyklů, tak v tomto odvětví vykazují větší prodeje prakticky pouze firmy Zero a elektrická divize firmy Victory. Většina ostatních výrobců nabízí pouze zakázkové stroje, nebo je stále ve fázi předvýrobní. Proto budou hlavním předmětem této analýzy a ostatní výrobci ji budou doplňovat. Výroba tohoto motocyklu bude koncipovaná jako malosériová výroba stávajícím výrobcem s kapitálem a vědomostní základnou v oboru.

3.1.1 Stanovení cíle a formulování strategie

3.1.1

Pokud vezmeme v potaz technologický vývoj v posledních letech, zjistíme, že parametry další generace elektrických vozidel budou dosti odlišné od generace, která je momentálně na silnicích. Společně s tím se mají zásadně zvyšovat výrobní kapacity pro baterie a tím klesat jejich cena. Je proto potřeba začít vyvíjet vozidla, která využijí výše uvedených podmínek, aby byly připravené, až ta situace nastane.

Vozidlo tedy bude navrženo pro použití technologií, které se začínají nebo by měly v brzké době dostat na trh a mělo by poskytovat dostatečně atraktivní parametry. Zároveň je důležité neopomenout kultovní stav motocyklů a použít dostatečně silný designový výraz.

3.1.2 Analýza tržních příležitostí

3.1.2

V současnosti neznámým faktorem pro zvolení cenové kategorie a typu motocyklu je konkurence od tradičních výrobců motocyklů, kteří disponují velkým kapitálem, výrobní kapacitou a mají loajální fanoušky, kterým by pro ně doposud neznámý produkt, kterým je elektrická motorka, mohli snadno nabídnout. Někteří z tradičních výrobců už na trh částečně vstoupili nebo uvedli svůj zájem, například Harley-Davidson představil velmi úspěšný koncept elektrického cruiseru pod názvem Limewire, Yamaha má svoje koncepty silničních a terénních motocyklů PES a PED a KTM už má přímo v nabídce lehký trial bike. BMW také velmi úspěšně prodává svůj velký elektrický skútr, a tak mají jen velmi málo překážek, které by jim bránili od vstupu na trh s motocykly.

Podle rostoucího zájmu těchto tradičních firem je zřejmé, že nastává správná doba na uvedení elektrického motocyklu na trh.

Analýza a prognóza poptávky

1,2 milionů prodaných elektrických vozidel má vzrůst až na 1,4 v roce 2023. Z toho je poměrně malá část plnohodnotných motocyklů, ve spojených státech to činí 29 000, a tato hodnota se má zvednout na 40 000 v roce 20107. Je pravděpodobné, že poptávka dlouhodobě nebude klesat, a naopak se začne zvyšovat kvůli rostoucí ceně a později i klesající dostupnosti fosilních paliv. Jejich nejpravděpodobnější nástupce jsou právě elektromobily, s pohonem buď bateriemi, palivovými články nebo dalšími, méně prozkoumanými možnostmi. Je nepravděpodobné, že by v dohledné době byla nalezena jiná alternativa. Jednou z nich měl být pohon vodíkem, ale jeho problémy zůstávají už mnoho let stále stejné. [8]



Obr.3-2 Srovnání motocyklů v současnosti na trhu

Analýza a výběr cílových trhů

Při segmentaci trhu je nutné zvážit různé faktory a definovat rozdělení trhů. Hrubě je trh rozdělen následovně: Geografické, socioekonomické. Je nutné přihlídnout k předchozím datům z podobných trhů a správně zvolit cílovou skupinu.

Motocykl by se prodával celosvětově, je ale nutné vnímat rozdíly mezi trhy, ať se jedná o rozdělení na země prvního až třetího světa, či na rozdělení na tři hlavní trhy používané v automobilovém průmyslu – trh asijský, evropský a americký trh. V zemích rozvojových je tradičně zájem o elektrická vozidla nižší, kvůli obtížím s infrastrukturou a omezeným kapitálem. V asijských zemích je nízký zájem díky rozdílům v mentalitě, v některých zemích ale vlády prodej těchto vozidel začínají podporovat.

Další rozdělení je podle podnebí, protože v chladných oblastech vznikají problémy dvojího druhu. Nejen že je počasí většinou nevhodné pro jízdu na motocyklu, ale zároveň nízké teploty neprospívají ani bateriím a značně klesá jejich výkon a životnost.

V současnosti většina zákazníků elektrických vozidel spadá do skupiny muži ve věku 20-50 let. Spojujícím faktorem je, že buď pracující v technickém průmyslu, nebo aspoň jeví zájem tímto směrem, a proto jsou více otevření adaptaci nových technologií. Pokud výše zmíněnou skupinu uvažíme jako zákazníky stávající nebo potenciální, musíme dále uvažovat o skupině zákazníků, kteří zatím nebyli osloveni a jak je oslovit. Jedná se především o starší lidi, lidi v jiných profesích a ženy, pro které může být jednoduchost ovládání a údržby lákavá.

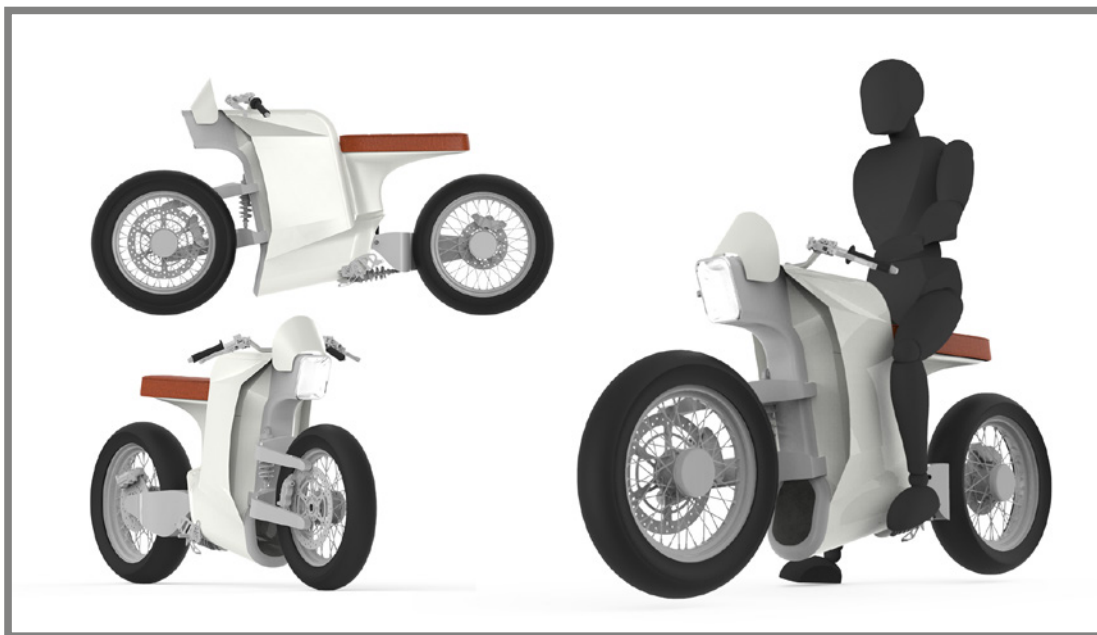
Další skupina jsou policejní a další sbory, které často využívají motocyklů jako patrolních vozidel a tichý, bezúdržbový provoz v kombinaci s výkonem je pro ně atraktivní.

V současnosti většina majitelů elektrických vozidel spadá při nejmenším do vyšší střední příjmové třídy. Toto je dáno více faktory, jeden z nich je, že elektrická vozidla jsou atraktivní jako druhé či další vozidlo, díky omezenému dojezdu a nutnosti nabíjení. Mezi další patří zvýšený zájem o ekologii s rostoucími příjmy.

Motorkáři jako subkultura jsou celkově pro proniknutí elektrických vozidel nevhodnou skupinou, díky fetišizaci stroje a jistého rebelství, kde je hlasitost motoru spíše výhodou, často ještě cílevědomě zvýrazňovanou. Mnohem výhodnější je skupina, která používá motocykl doopravdy jako cestovní vozidlo, pro které poskytuje elektrický pohon výrazné plus.

4 VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU

Řešení, které budou popsány v následujícím textu, vycházejí ze sbírky skic a inspirace která byla budována během práce. Jsou to skici, které vznikly ještě předtím, než byly ujasněny cíle diplomové práce, zároveň i velmi jasně zaměřené studie vypracované v poslední době.



Obr.4-1 Souhrn varianty jedna

4.1 První varianta

Hlavní myšlenkou této verze jsou odkazy k tradičním motocyklovým formám, dekonstruované do základních tvarů a použité na současný motocykl. Hlavními prvky je základní tvar bateriového boxu, který zároveň slouží jako rám. Jeho paralelní formy jsou vhodné k instalaci podobného systému odpružení jako používal Parker. Je ale možné použít vyššího přímého prvku a jednoduššího napojení na řízení.

Horní strana motocyklu nejvíc odkazuje na klasické motocykly, se světlometem a krytem, který připomíná obyčejnou nádrž a koženou sedačkou, kde je návaznost na klasické tvarování nejsilnější. Tyto prvky jsou naopak v kontrastu s futuristickými prvky, jako je vnitřek světlometu, extrémně odlehčené žebro pod sedlem či chladících šachty. Boční chladící šachty jsou úzké průřezy a za nimi se ploché bočnice sbíhají do zadního hřbetu. Spodní šachta je umístěná pod bateriovým boxem, má samostatné hrdlo a do jejího zakončení je zasazen motor. Motor je uložen na nepohyblivé ose, která zároveň slouží jako čep zadní jednostranné vidlice. Toto uspořádání umožňuje použít ozubeného řemenu bez napínacího kola.

4.1.1 Vývoj

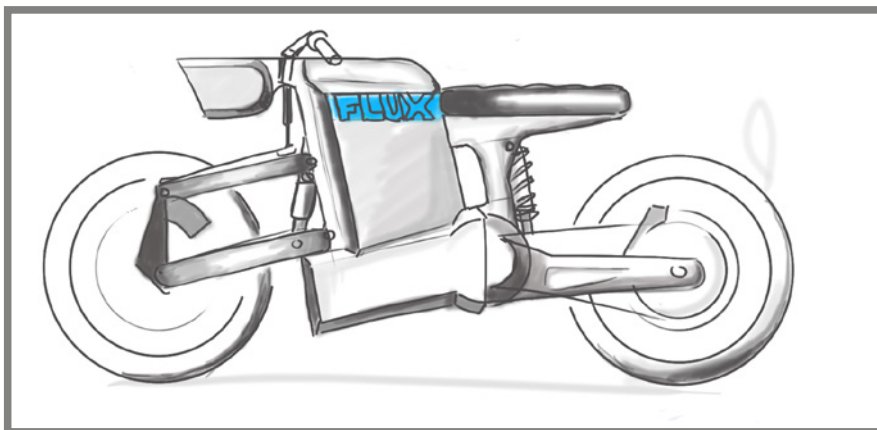
Tento motocykl vychází z řady prvních skic, které byly inspirovány motocykly typu café racer. Návrh se nejevil perspektivně, avšak po jedné směřodátné skice byl hlou-

běží propracován. Práce na motocyklu probíhala především na uvedených iteračních skicích.



Obr.4-2 Skici k variantě jedna

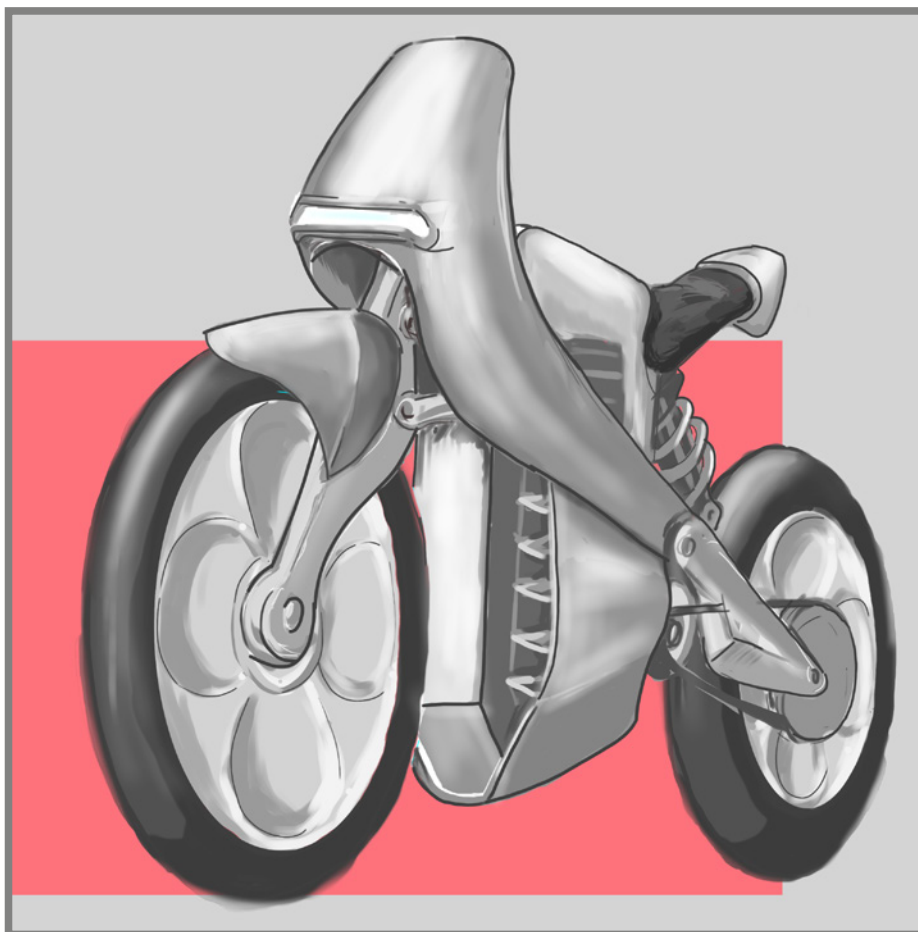
Po přechodu do CAD došlo k rozhodnutí omezit retro elementy a skloubit hlavní hmoty. Samostatný světlomet byl zapuštěn do hlavního těla a navázán na bateriový box. Dále bylo změněno napojení vzduchové šachty na hlavní tělo. Sedlo bylo ponecháno v původním duchu, ale jeho napojení na hlavní tělo bylo nahrazené splývajícím žebrem s vestavěným světlem.



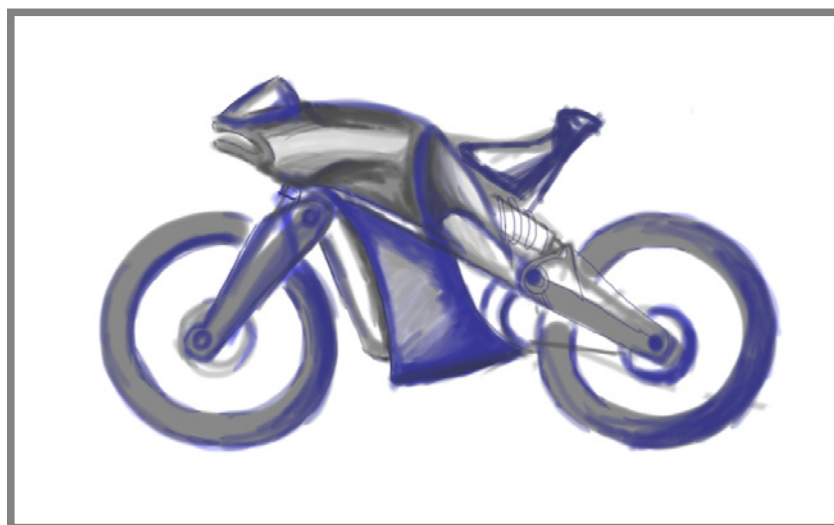
Obr.4-3 Směrodatná skica

4.2 Druhá varianta

Druhá varianta je zaměřena na jiný typ motocyklu. Jedná se o elektrické pojetí velké dual-sport motorky. Velký důraz je kladen na aerodynamické vlastnosti a jízdní komfort. Posed je vzpřímený a celková výška motocyklu je nadstandardní. Hlavním vizu-



Obr.4-5 Druhá varianta



Obr.4-4 Alternativní podoba varianty

álním prvkem je splývavý kryt, který do jednoho prvku spojuje masku, boční krytování a vidlici. Na místě masky je vykrojený kvůli přednímu blatníku a na vzniklé hraně je umístěn proužkový světlomet. Blatník je integrovaný do vidlice typu Hossack, používané u motocyklů BMW. Maska má zvýšený, neprůhledný štít.

Vlastní tělo motocyklu je spíše štíhlé, s páteřovým rámem pod kterým je zavěšený bateriový box. Ten prochází hlavním krytem až k břichu motocyklu. V přední části



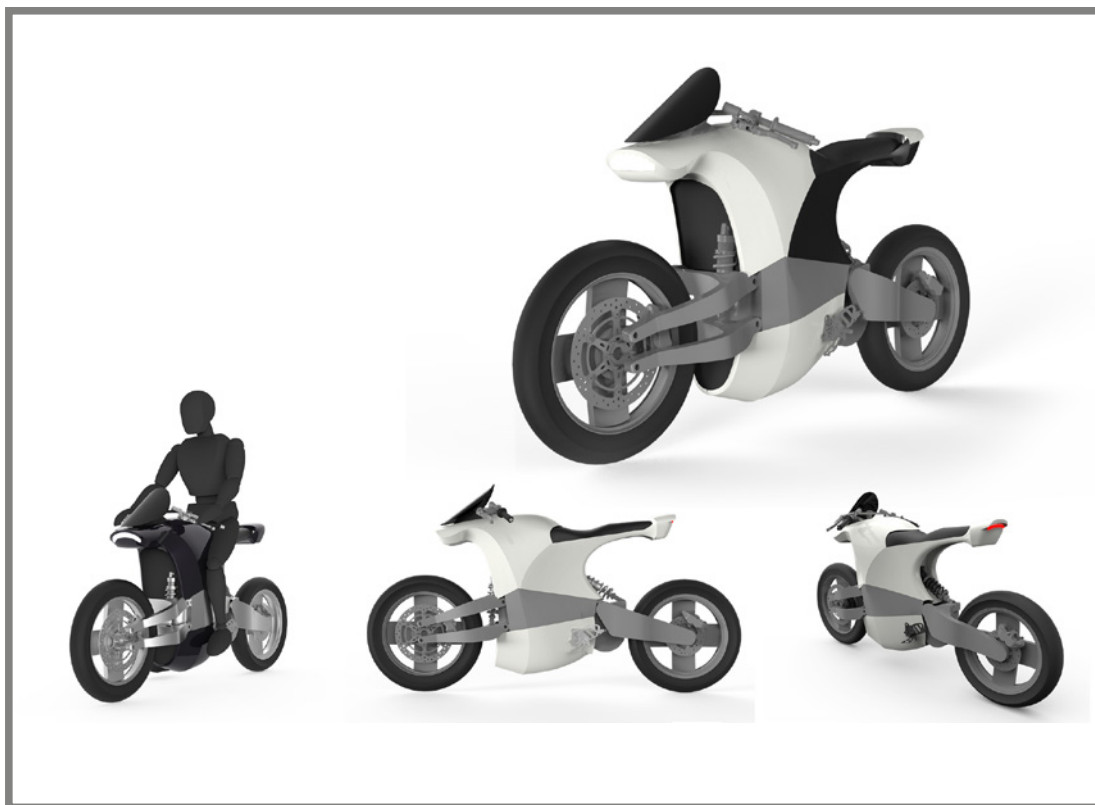
Obr.4-6 Skici k variantě dvě

vystupuje z krytování, které okolo boxu tvoří vzduchový tunel. Ten směřuje vzduch pod osu zadní vidlice, kde je uložený motor.

4.2.1 Vývoj

Tento motocykl vznikl kombinací několika návrhů - jak je vidět v souboru skic, mají společné elementy, i když jsou to rozdílné motocykly. Spojením jejich prvků vznikl původně neplánovaný, ale zajímavý stroj. Po několika experimentech s rozložením celkové hmoty byl ponechán v uvedené podobě. Přednost byla dána variantám formou blíže silničním motorkám.

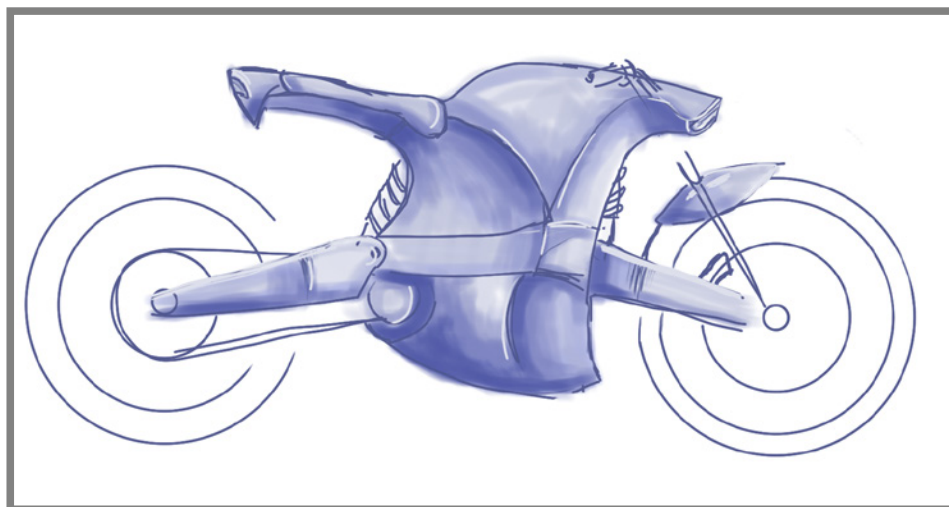
4.2.1



Obr.4-8 Shrnutí varianty jedna

4.3 Třetí varianta

Varianta třetí pracuje s částečně organickým řešením kapoty, velký objem baterií je skryt pomocí splývavých přechodů k ostatním částem motocyklu. Okolo předního kola má motocykl proudnicové tvarování, s otevřenými „ústy“ pro chlazení vnitřních komponent, přirozeně zakončené páskovým světlometem. Původní tvar byl doplněn o aerodynamický štítek, podstatně zlepšující obtékání vzduchu. Zakončení motorky navazuje na zúžení od bateriového boxu, štíhlá zád' vybíhá z ergonomických ploch pro



Obr.4-7 Směrodatná skica

stehna řidiče. Motorka má mírně prohnuté, splývavé sedlo. Posed na motorce je skoro přímý, s mírným náklonem vpřed.

Rám motorky je obvodového typu, je velmi nízko posazený, aby nedocházelo ke kolizi s bateriovým boxem. Umožňuje montáž bateriového modulu ve tvaru T, který je do něj částečně vsazený a částečně na něm z vrchu sedí. Kryt na spodní straně motocyklu není plně využit pro baterie, místo toho obsahuje vzduchovou šachtu pro chlazení motoru. Tvar rámu byl zvolen, protože usnadňuje montáž rovnoběžníkového závěsu předního kola typu Foale. Toto řešení díky lepšímu přenosu sil umožňuje výrazně lehčí konstrukci motocyklu. Toto je dále podpořeno samonosnou karbonovou konstrukcí, která tvoří vrchní část rámu včetně sedla. Díky profilu se zpevňujícími žebry byla eliminována potřeba vnitřní nosné konstrukce. Do karbonové kapoty je zakomponovaná i elektrická výzbroj motocyklu a v podsedlovém prostoru jsou nabíječky.

Spodní kryt tvořící šachtu chlazení končí zúžením, které svádí proud vzduchu k motoru. Ten je usazen částečně odkrytý na jeho konci. Motor je přímo napojen na zadní kolo, řetěz vede okolo jednostranné zadní vidlice.



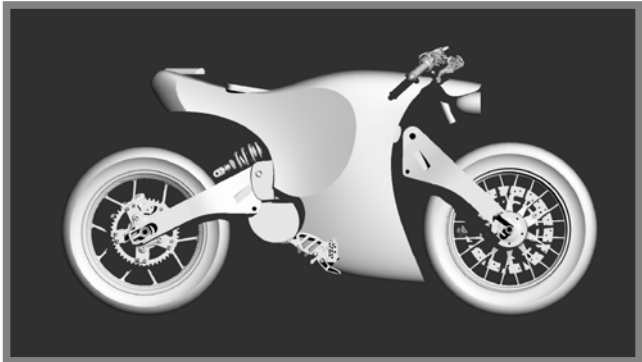
Obr.4-9 Soubor skic varianty třetí

4.3.1 Vývoj

Tento návrh vznikl spojením většího množství skic organicky tvarovaných motocyklů. Stěžejní skica pro tento motocykl byla jedna pozdní, která vnesla nový vzhled světlometu a agresivní postavení rámu. Další práce u tohoto návrhu spočívala především v hledání optimální geometrie rámu, změně proporcí a hlavních křivek motocyklu.

Ve fázi CAD modelu došlo k úpravám vztahu mezi plochami, byl změněn návrh zadní části motocyklu a po zvážení posedu na motorce byl přidán štítek. Světlo byl změněn z původní historizující verze s dvěma čočkami v současný páskový světlomet.

4.3.1



Obr.4-10 Raná podoba motocyklu

Před prací na finální verzi motocyklu došlo k úpravě a dopracování třetí varianty. Původní verze byla příliš těžkopádná a příliš masivní v některých oblastech. Jednalo se především o spodní kryt motocyklu. Ten byl zeštíhlen a přetvarován, tak aby více přispíval k dynamickému postoji stroje. Další přepracovaná část je oblast zadního spoileru, který čistěji a jasněji ukončuje motocykl.



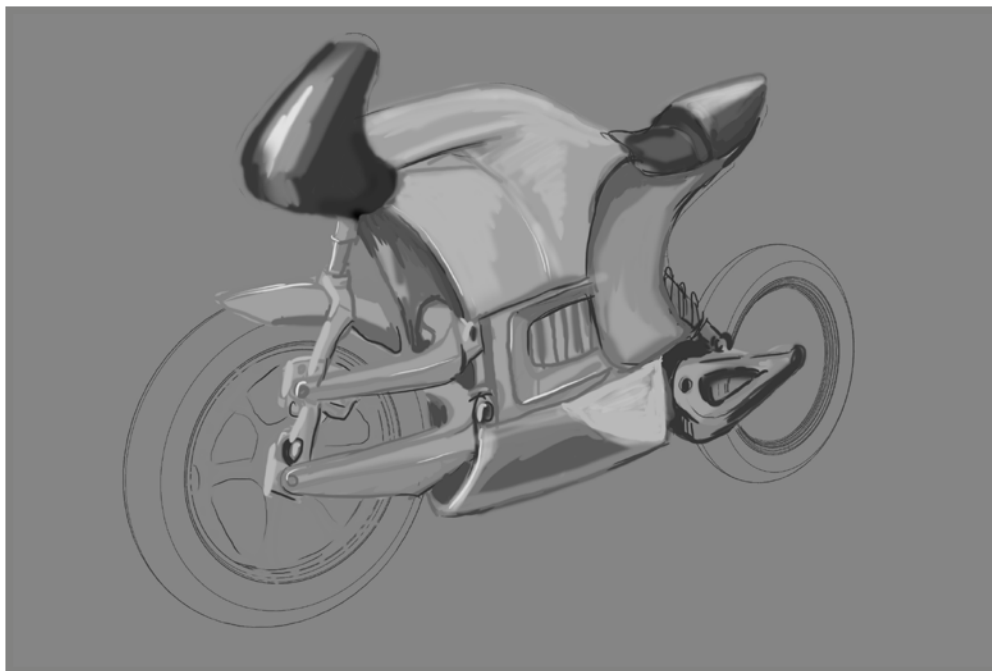
Obr.4-11 Finální podoba třetí varianty

Znovu přezkoumán byl vztah rámu a zadního karbonového monokok. Na předchozí verzi nepropracované a nejasné navázání bylo přepracované na přiznané překrytí rámu a pozvolné ukončení krytu.

V této podobě byl motocykl představen jako výsledné tvarové řešení po zimním semestru. Jeho tvarování jsem však shledal nedostatečně propracovaným, především jsem vnímal problémy se zjednodušeným charakterem rámu, příliš celistvým objemem a s provedením přední světlíky a štítku. Přední světlo, uložené v tupě organickém nose nepracovalo dobře se štítkem, který působil jako přidaný navíc. Tyto problémy se staly motivací pro mou další práci.

5 TVAROVÉ ŘEŠENÍ

Finální podoba motorky byla zvolena s ohledem na konstrukční realizovatelnost, ergonomii a vizuální jazyk. Historizující varianty nebyly zvolené jako vhodné pro finální variantu. Nejdůležitější z hledisek je pohled konstrukční, zvolená varianta v tomto ohledu trpí nejméně nedostatky.



Obr.5-1 Skica

Finálního tvarového řešení jsem dosáhl pomocí vytvoření sochařského modelu, na kterém byly ověřeny a přepracované poměry hmot, posazení rámu a další komplikované části návrhu. Důkladně byly propracovány objemy spodní a horní kapotáže, jejich rozlehlé plochy jsou hlavní součástí dodávající motocyklu charakter. Bylo důležité zachovat propojení objemů pomocí rámu, ale zároveň nechat výsledný návrh dostatečně otevřený, tak, aby nepůsobil těžkopádně. Rám také podélně navazuje na prvky náprav a dosedá na něj plocha podsedlovky, která je sice nepříliš výrazná, ale tvoří podstatnou část motocyklu a jeho objem uzavírá. Vyřešit tedy setkání prvků v oblasti rámu se ukázalo jako nejkomplikovanější část návrhu.

Další otázky, které jsem touto metodou řešil, byl způsob navázání štítku na tupé čelo trupu a ukončení sedla. Tupý konec motocyklu se totiž po doplnění o ostrůvek ovládacích prvků nezdál ideálním řešením a tak jsem se rozhodl, že tomu problému pomůžu pomocí štítku zvětšeného oproti jeho původní podobě. Štítek, protažen dolů před přední hranu motocyklu, tak příjemně spolupracuje s tvarem masky motocyklu a zároveň se nabízí jako vhodné místo pro umístění světel.

V průběhu práce se motocykl měnil mezi jednomístný a dvojmístným. Jednomístná varianta umožňuje motocykl zakončit atraktivní zádí s vlastní lakovanou kapotou, zatímco méně dynamická dvojmístná varianta nabízí větší užitek. Ve finále byla



Obr.5-2 Práce na modelu

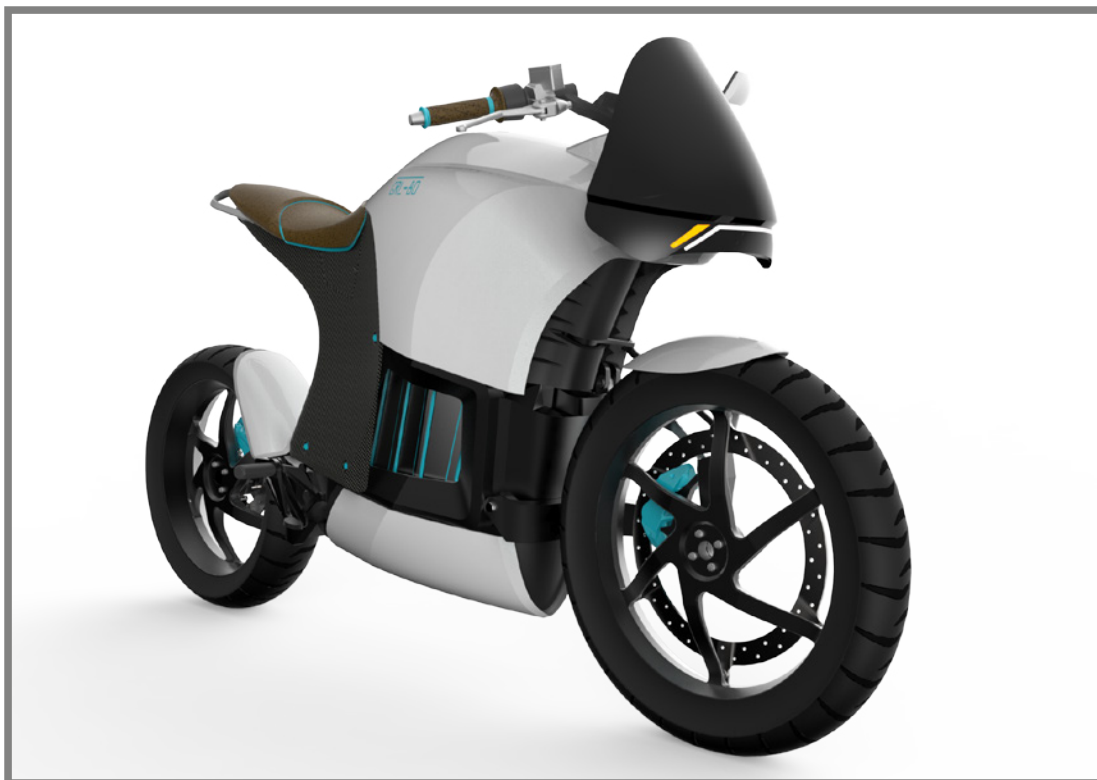
zvolena varianta dvojmístní a zadní kapota byla vypuštěna, tím zůstal zachován dynamický charakter zádě.

Přestože toto řešení bylo časově náročné, pomohlo mi k vyřešení problémů které nebyly zřejmé na CAD modelu a vyvstaly do popředí při výrobě variantních modelů. Model byl následně digitalizován, velmi jednoduchou technologií 3d skenu z fotografií a poskytl základ pro další práci.

5.1 Kompozice

Požadavky splněné návrhem motocyklu jsou z oblasti ergonomie, aerodynamiky a stylingu. Ergonomie spočívá především v jízdním komfortu a je blízce spojená s aerodynamickým řešením. Kapotáž motocyklu byla navržena se zaměřením na ovládací plochy a komfort řidiče při jízdě bez nutnosti zalehnutí. Výsledná kapotáž má hladký, celistvý charakter. Další důležitou funkcí kapoty je svod vzduchu pro chlazení komponent. Tak vznikly chladicí otvory na přední straně motocyklu, které ve spojení s organickým tvarováním kapoty dávají stroji animální vzhled.

Stylingové požadavky se vážou především na motorkářskou subkulturu a styly motocyklů, které jsou mezi nimi populární. Vizual motorky byl zvolen tak, aby vyjadřovat sílu, ale zároveň nepůsobil přehnaně agresivně. Má znázorňovat eleganci, nebo „čistou“ sílu. Toto se projevilo na absenci ostrých prolisů, které jsou časté na moderních motocyklech, a záměnou klasických šípovitých tvarů za jiné řešení ploch. Na motocyklu se ve velké míře vyskytují splývavé „S“ křivky, v kontrastu s několika ostrými prvky rámu.



Obr.5-3 Kompozice

5.2 Maska

Maska motocyklu je prvek, který udává charakter celého motocyklu. Na tupý konec vlastní kapotáže, který opakuje tvary nasávání proudových letadel, nasedá maska která toto tvrdé ukončení motocyklu zjemňuje a dodává mu více animalistický vzhled. Tento kryt vybíhá atypicky pod a vedle objemu kapoty. Z předního pohledu tak tvoří jeden kompaktní, trojúhelníkový štít, v jehož středu je shluk světlometů. Souvislá plocha štítu je narušená ostrými liniemi navazujícími na kapotáž.



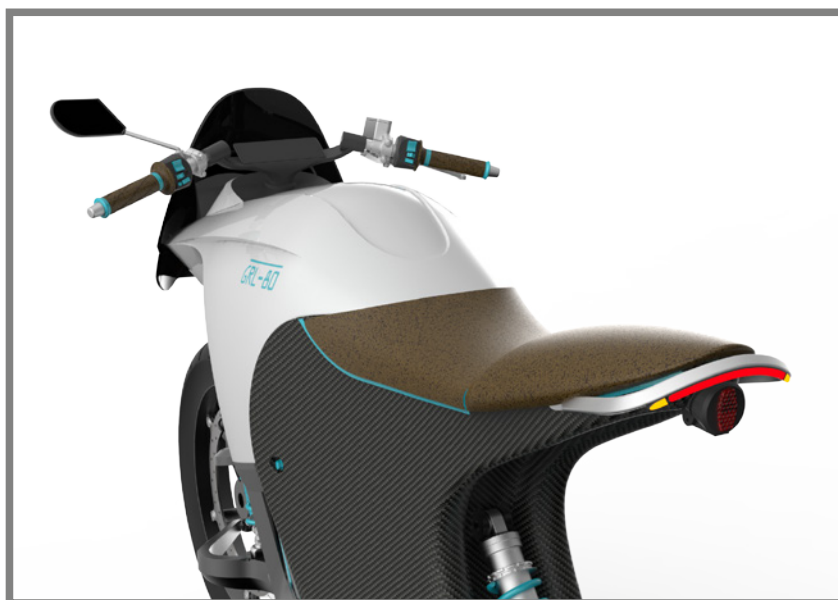
Obr.5-4 Přední osvětlení

5.3 Světlo a osvětlení

5.3

Světlo je rozdělený na vnější obrysové světlo řešené LED diodami, se zakomponovanými směrovými světly a v centru světlometu na trojitý hlavní reflektor s dálkovými světly. Hranice reflektorového shluku je shodná s tvarem obrysového světla. Pás obrysových diod kopíruje tvar kapotáže pod štítkem. Přední směrovky jsou odsazené do stran, kopírují linku obrysového světla, ale jsou prolomené a rozšířené, aby došlo k zakončení světlometu.

Zadní osvětlení se skládá z obrysového světla, zadních směrovek, brzdového světla a odrazky. Obrysové světlo je integrované do madla a držáku kufrů a kopíruje jeho křivku. Má podobu linky LED diod. Po jeho stranách, přirozeným prodloužením této linky, jsou umístěny zadní blinkry. Brzdové světlo a odrazka jsou umístěny na víčku zásuvky, která je na konci podsedlové plochy, tak aby byla snadno přístupná. Brzdové světlo kombinované s odrazkou má jednoduchý tvar obdélníku se zaoblenými stěnami, postaveného na výšku.



Obr.5-5 Zadní osvětlení

5.4 Horní kapota

5.4

Hlavním prvkem horní kapoty je organicky tvarovaný hřbet nad bateriovým boxem. Nahrazuje funkci, kterou typicky plní nádrž - poskytuje ovládací plochy, na jeho oběm lze zalehnout ve vysokých rychlostech. Společně s přechodem na světlomet tvoří nejvíce organický prvek karoserie. Vpředu je uzavřen zkosením k chladicímu otvoru, zezadu pod sedlovou plochou. Jeho roh vybíhá k rámu, který na něj volně navazuje. Prolomením karoserie a výrazným zúžením vpřed bylo dosaženo značného zeštíhlení hmoty, tak aby motocykl nepůsobil příliš masivně.

Pro potlačení dojmu přílišné organiky byl do horní kapoty vložen vlys, který se stal hlavní linií celého motocyklu. Vychází ze zlomu sedla a táhne se až dopředu, k světlometu.

Ostrůvek ovládání je na horním hřebu motocyklu, je na něj navázaný pomocí jemného vlysu v horním povrchu náhrady nádrže. Tento vlys je ukončen před sedačkou a běží podélně po většině délky horní plochy. Řídítka jsou uložena v kapličce ovládacích prvků, která asi v polovině šířky kapoty vychází směrem k jezdcovi.



Obr.5-6 Pohled zezadu

5.5 Spodní kapota

Spodní kapota v sobě skrývá šachtu chlazení motoru. Po přerušení rámem navazuje na křivky horní kapoty, má ale více umírněný charakter, především z bočního pohledu. Navazuje na objem motoru pomocí límce, který slouží k usměrnění proudu vzduchu. V zakončení plochy jsou zakomponované i stupačky.

Spodní kapota je ve svém konci velmi úzká a je vytažená k přednímu kolu a až k motoru. Zavírá tak bok motorky a tím zlepšuje obtékání vzduchu.

5.6 Sedadlo

Motocykl je primárně navržený pro jednoho jezdce, má ale sedlo které umožňuje spolujízdu. Standardně nejsou na motocyklu instalované ani druhé stupačky. Sedlo řidiče je má vysoký posed s malou opěrkou. Sedlo má splývavý charakter, není v něm viditelný žádný výrazný přechod. Je ohraničeno dělicí linií tam, kde je nachází odklopná část sedla.

Kryt pod sedlem a zadní spoiler jsou tvořeny jedním samonosným profilem z uhlíkových vláken. Ten pod kolenem řidiče tvoří nepřerušovanou opěrnou plochu, svými

okraji navazuje na rám. Směrem dozadu se po linii udané nápravou na rámem rychle zužuje a je terminován v úzké špičce pod sedlem. Na zadním hřbetu krytu je prohlubeň po celé jeho délce, která zádi přidává členitost a zároveň zvyšuje jeho tuhost. V této prohlubni je také skrytý bod uložení zadního tlumiče. Celý kryt je obehnan zvýrazněným konstrukčním lemem, který slouží i k většímu provázání na okolní prvky.

Sedačka případného spolujezdce uzavírá zadní spoiler a tvoří zakončení motocyklu. Světelná výbava je opakováním předního světlometu, v podobě úzkého proužku, který kopíruje tvar spoileru. Je umístěna na madlu spolujezdce a na zásuvce.

5.7 Rám a tlumiče

5.7

Rám motocyklu je oproti jeho podobě ve variantách rozdělený, nejedná je o jeden souvislý pruh, ale je to otevřený profil na boku motocyklu, jehož středem jdou vidět boxy baterií. Z bočního pohledu kopíruje linie kapoty, podélně navazuje na prvky zavěšení kol. To je vzadu vyřešeno jednostrannou kyvnou vidlicí, sdílející tvar profilu s rámem. Přední rovnobežníkové zavěšení kol se skládá z mohutnější spodní paže, na kterou je napojen i tlumící element. Vrchní paže je subtilní, zavěšená zevnitř rámu a podél ní vede řídicí tyč. Profil paží znovu navazuje na rám.

Posledním dílem odpružení je svislý element s uložením kola a brzdy, který spojuje obě paže, je na něm uloženo kolo a je spojen s řídicí tyčí. Jeho tvar je proto komplikovaný, ale celý díl je není příliš rozměrný a tak nezasahuje příliš do kompozice.



Obr.5-7 Rám motocyklu

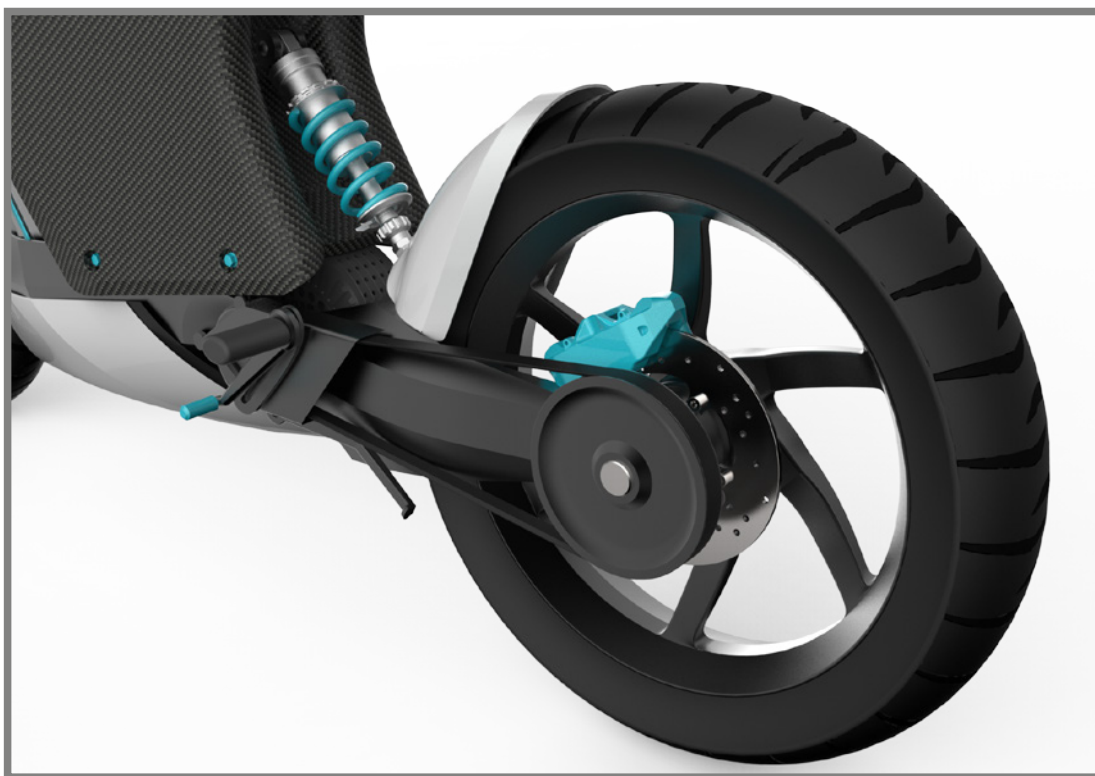
5.8 Blatníky

Motocykl je možné v souladu se zákony v místě prodeje vybavit předním i zadním blatníkem. Přední blatník je uchycený na svislém prvku přední nápravy, svým tvarem kopíruje křivky kapoty. Ze strany bez uložení je vidět jako čistá, splývavá plocha.

Zadní blatník je jednoduchého, miskovitého tvaru, jeho hlavní úlohou je chránit motor a odpružení před znečištěním. Tvarově kopíruje kolo, uložen je na zadní kyvné vidlici.

5.9 Disky

Problém jednostranného uložení kol vytváří zvláštní požadavky na disky kol. Paprsky disků neprocházejí středem kola, jak je obvyklé, ale jsou zásadně vyosené. Toto uspořádání umožňuje uložení osy na správném místě, ale vkládá další požadavky na vlastnosti kol. Disky jsou šesti paprskové, kvůli přední brzdě, která je obvodová a spojená s diskem pomocí šesti bodů. Tento zvýšený počet loukotí umožnil ponechat jejich průřez poměrně malý, výsledné kolo proto působí dosti jemně, tento dojem je ještě podpořen výše vysvětleným prohnutím loukotí. Aby diskům byl dodán vhodnější výraz pro motocykl, byl celý disk mírně zakroucen, a loukotě nesměřují přímo do středu, je tak zvýšen jejich dynamický výraz.



Obr.5-8 Zadní disk a náprava

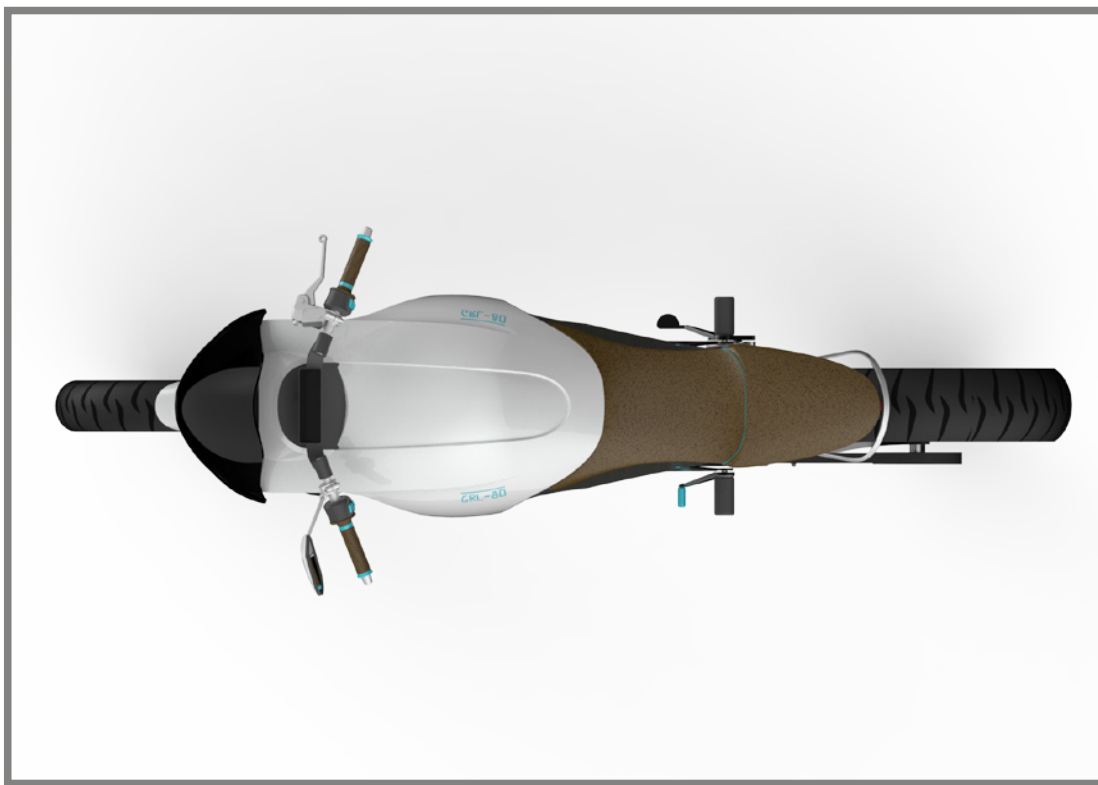
5.10 Řídítka

Řídítka, uložená na kapličce v horní kapotě jsou přizpůsobené částečně dopředu nakloněné jízdě. Nejsou to plně sportovní řídítka, ale jejich tvar umožňuje zalehnutí. Střední část řidítek se skládá z tvarované konzoly, kterou je skrytý klasicky technický

tvár řidítek. V momentě kde jsou do středové konzoly napojené rukojeti a ovládací prvky je toto řešení ukončeno a z důvodů nastavitelnosti opět převládá konstrukční charakter. Ve středu plastové konzoly je dotykový display, sloužící jako přístrojová deska.

Ovládací prvky jsou velmi tradičně vyřešeny, se známým, ale mírně přeskupeným uspořádáním. I jejich design tak zůstal v tradiční formě, ponechá tak vzájemnou vyměnitelnost a možnost použití alternativních dílů. Rukojeti z měkké gumy a sestava brzdy mají klasický, důvěrně známý charakter.

Na řidítkách mohou být dle potřeby a zákonů jedno či dvě zrcátka. Mají tvar seříznutého oválu, a jejich design souvisí s celkovým tvarovým řešením motocyklu, hladká splývavá plocha, jemně přelomená hranou. Zrcátka mohou dle legální situace nahrazená zpětnou kamerou, její display je uložen před přístrojovou deskou, blíže středu zorného pole.



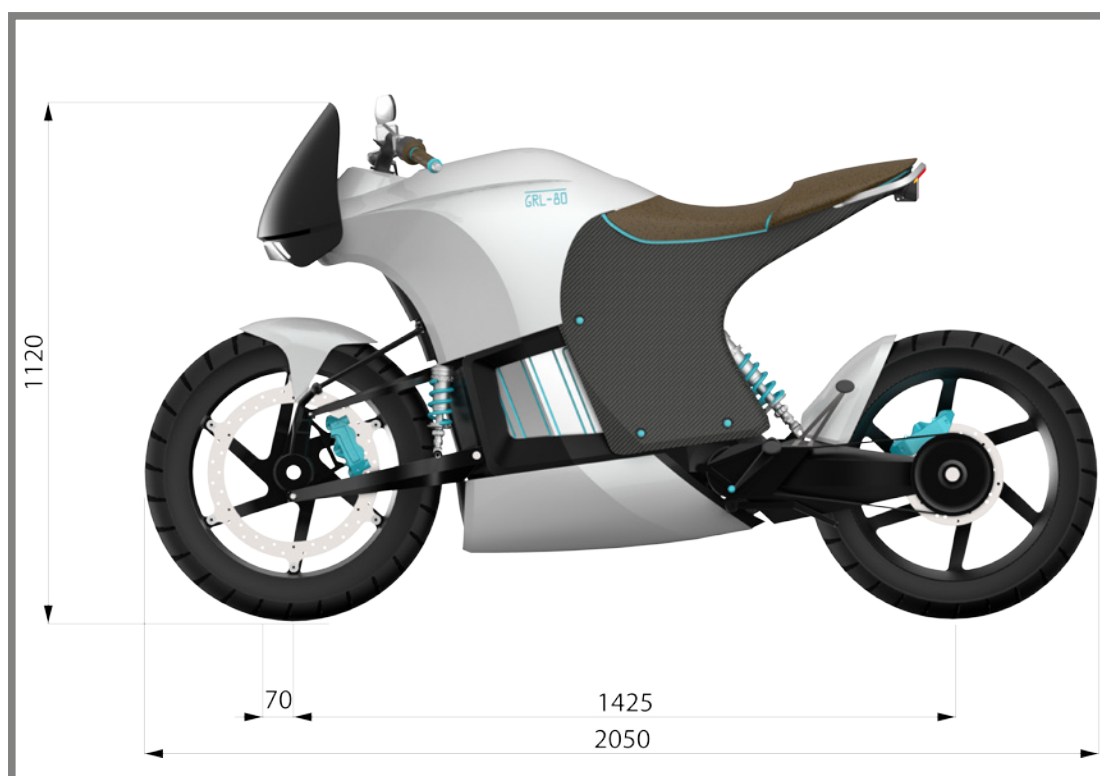
Obr.5-9 Pohled shora

6 KONSTRUKČNĚ TECHNOLOGICKÉ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ

6.1 Základní parametry

Navržený motocykl svými rozměry, stylem sezení řidiče a výbavou nejvíce připomíná motocykly střední kubatury, typu naked bike. Není to malý motocykl, má delší rozvor kol, ale stále zapadající mezi spoustu dalších představitelů této kategorie. Ale výška jeho posedu už natolik standardní není, pohybuje u horní hranice rozpětí, sedlo je v podobné výšce jako například na motocyklech dual sport.

Rychlým shrnutím parametrů by mohl motocykl být klasifikován jako zpola kapotovaný silniční motocykl s obvodovým rámem, rovnoběžníkovým uložením předního kola, letmo uloženými koly, poháněn synchronním motorem, přímo pohánějícím kolo.



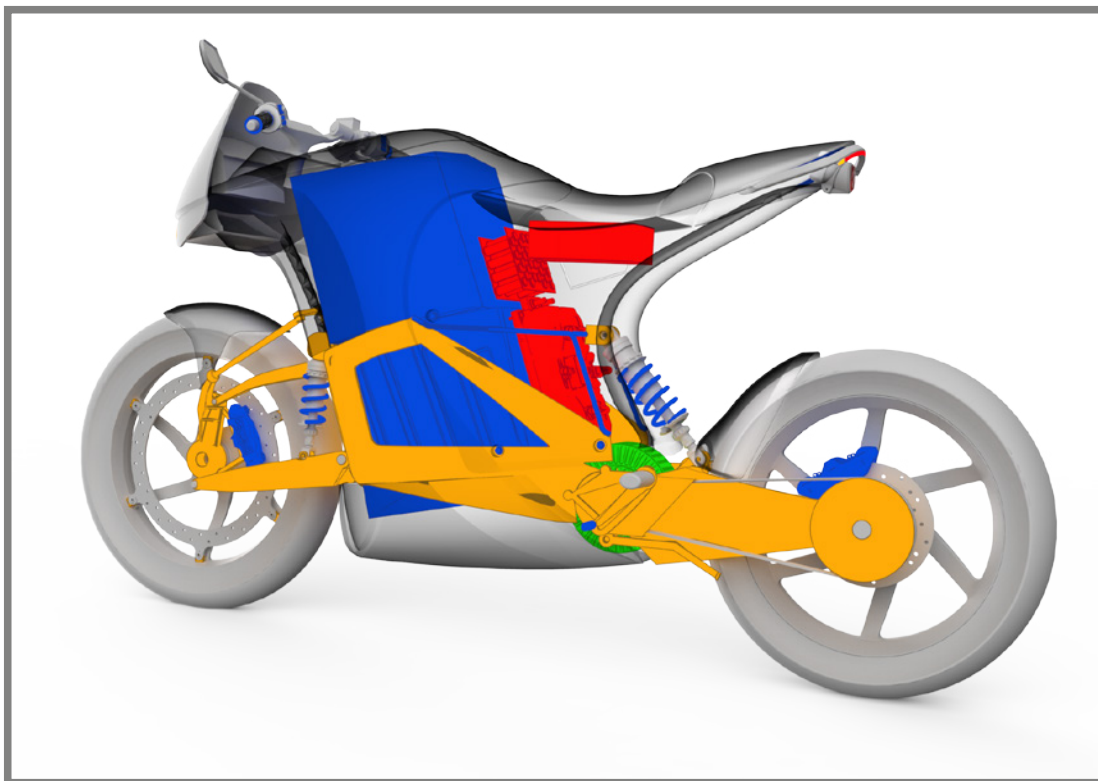
Obr.6-1 Hlavní rozměry

6.2 Vnitřní uspořádání a rozložení komponent

Většina vnitřního prostoru motocyklu, zejména v přední rozšířené části je vyplněna bateriovými boxy. Jedná se o řadu modulů v přibližném tvaru písmene T, každý z nich vybaven vši potřebnou elektronikou v prostoru, do kterého kvůli prizmatickým tvarům jednotlivých článků už nebylo možné vložit více baterií. Prostor před bateriemi je zastaven prvky náprav a řízení. Pod krytem podsedlového prostoru, v užší části motocyklu je uložen zbytek elektrotechniky.

Nejvýznamnější a největší komponentou v tomto místě je výkonový ovladač motoru, umístěn kvůli chlazení a minimalizaci délky vedení vysoko napěťových vodičů těsně nad motorem, který je uložen souose s zadní vidlicí. Nad ovladačem motoru jsou dal-

ší prvky elektroniky, jako je box pojistek přímo pod sedlem, sekundární akumulátor a systém rekuperačního brzdění. Podstatný prostor přímo pod sedlem zabírá vestavěná nabíječka. Na přiloženém obrázku je bateriový box vyznačen modře, motor zeleně a další elektronika červenou. Rám je oranžový



Obr.6-2 Rozložení komponent

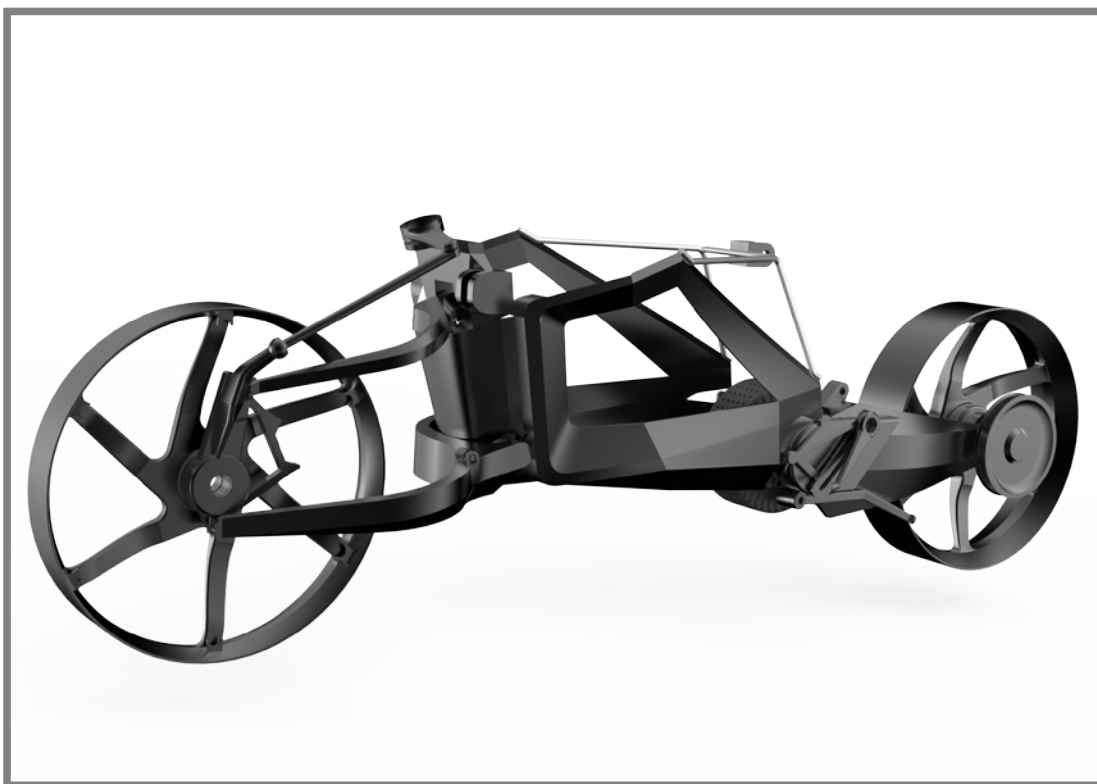
6.3 Kapoty a krytování

Na motocyklu se nacházejí tři hlavní celky kapot. Jde kapotu horní, plnící funkci nádrže, kapotu spodní s funkcí především aerodynamickou a podsedlovku monokokové konstrukce, která plní mnoho různých rolí. První dvě ze zmíněných kapot jsou z hliníkového plechu, lakované. Jsou ukotveny na rámu, horní z nich je také spojena s bateriovým boxem, který od ní přebírá zatížení od řídítek. Pokud by byla nutná demontáž baterií, provádí se právě sejmutím horní karoserie. V předním otvoru je umístěn samostatný kryt, pod ním je umístěna hlava řízení. Tento kryt napomáhá aerodynamickým vlastnostem motocyklu, část vzduchu směřuje dovnitř k chlazení baterií.

Spodní kapota překrývá konec bateriových boxů, její hlavní funkce je však zaručení vhodného obtékání vzduchu okolo motocyklu, zároveň je její součástí tunel, přivádějící vzduch k chlazení motoru. Není potřeba žádného aktivního prvku chlazení, motor si tuto funkci obstarává sám.

Podsedlovka z karbonového laminátu nese zatížení. Komponenty v ní umístěné jsou připojené k rámu a k bateriovému boxu, přes ni je přenášena podstatná část váhy jezdce. Samotná podsedlovka je přichycená k rámu pomocí série kotevních bodů se šrouby.

Obtékání vzduchu okolo motocyklu upravuje především čelní štítek, boční plochy horní kapoty a spodní kapota. Ty jsou navrženy tak, aby po zalehnutí řidiče tvořilo čelo motorky souvislý objekt. Ukončení aerodynamického profilu je provedeno pomocí konce sedadla, vlysu podsedlovky a zadního blatníku. Díky těmto profilům, sloužícím jako trhající hrana, by za motorkou neměla vznikat turbulence. Čelní aerodynamický profil je dotvořen předními kryty, které část proudícího vzduchu usměrňují do stran a část směřují do motorky pro chlazení.



Obr.6-3 Rám motocyklu s disky

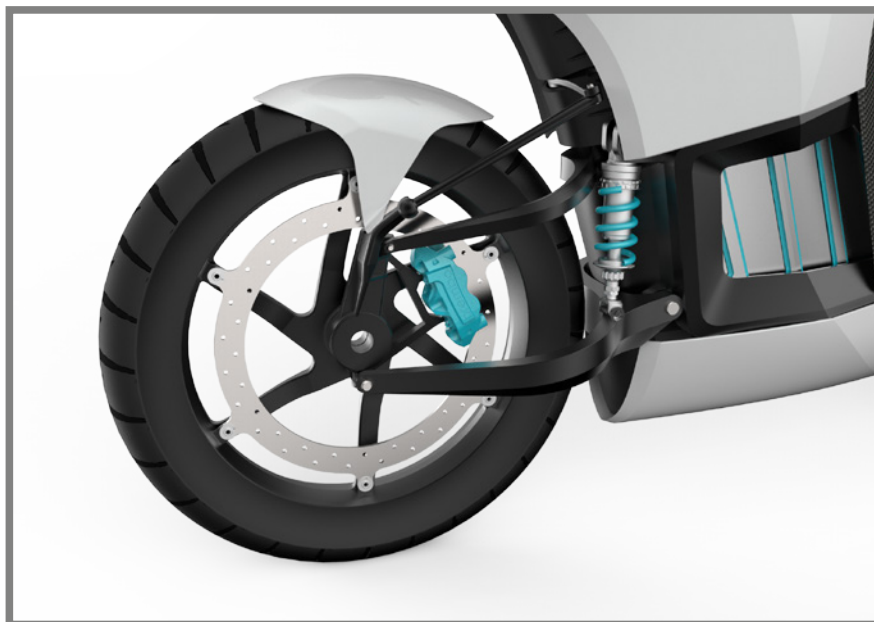
6.4 Rám, uložení kol a odpružení

Obvodový rám motocyklu skládající se především ze svařených tenkostěnných výlisů neplní svou nosnou roli sám o sobě, ale způsobem přejatým z moderního způsobu konstrukce motocyklů přenáší velkou část zatížení na v něm uložený bateriový box. V přední části má rám body na uložení nápravy, hlavy řízení a uchycení tlumiče. Směrem dozadu se zužuje, a na jeho konci je v něm souose umístěn motor a zadní kyvná paže. Zadní tlumič je uložen na sekundárním, trubkovém rámu.

Přední kolo je uloženo na rovnobežníkové konstrukci, hrubě podle návrhu Parkera. Tato konstrukce se skládá z horní a dolní lité paže, s tím že dolní přenáší většinu zatížení a nese tlumící prvek. Tím je klasický tlumič s vnější pružinou, krátký a vysoké tuhosti. Je připevněn z boku rámu. Profil paží je výrazně vybočený do stran, tak aby přednímu kolu bylo ponecháno dostatek prostoru pro otáčení.

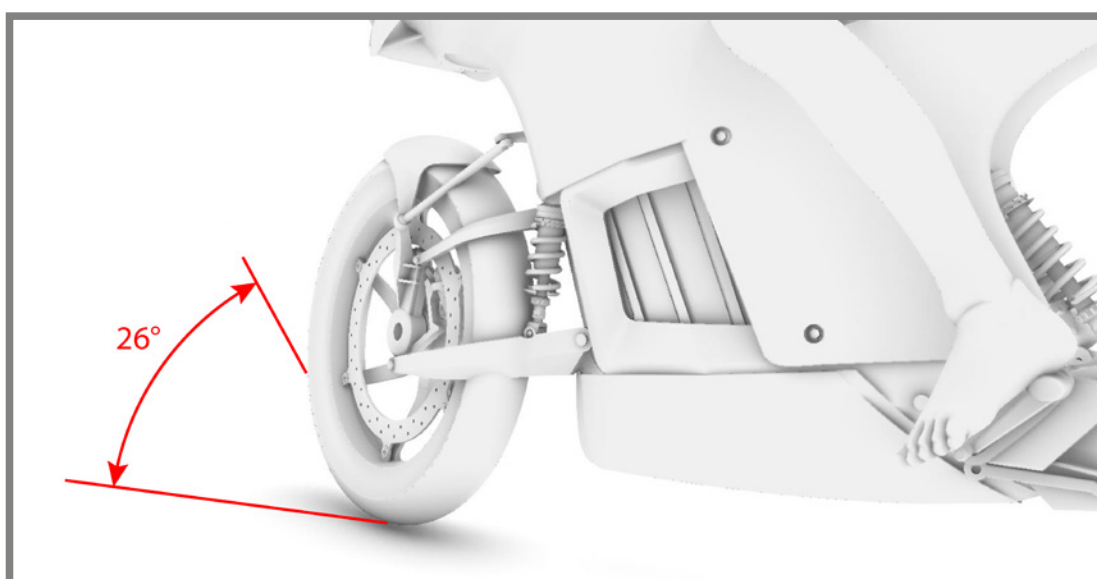
Další částí je svislý prvek, nesoucí vlastní kolo, čelist brzdy, a přenášející síly z řízení pomocí řídicí tyče, která je na něj napojená. Řídicí tyč je napojená na páku, která vybí-

há z hlavy řízení, umístěné na výběžku rámu. Ta je přímo spojená s řídítky pomocí osy a kloubu. Řídící tyč je na svislý prvek napojená kulovým kloubem, tak aby umožnila otáčení kola i pružení. Stejně jsou zakončené i paže, pomocí dvojitého kloubu jsou ponechány dva stupně volnosti.



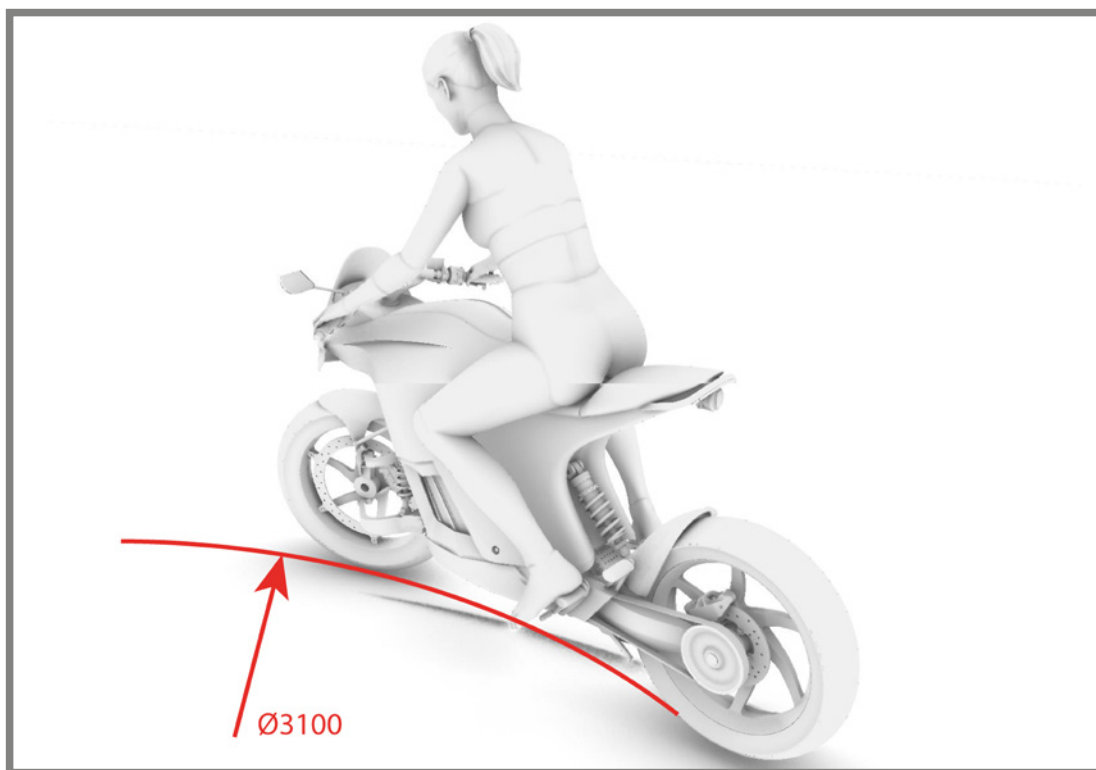
Obr.6-5 Detail zavěšení předního kola

Toto konstrukční řešení se oproti teleskopickým vidlicím vyznačuje několik výhodami. Jednou z nich je překvapivě jednodušší výroba a konstrukce. Další z nich jsou jízdní vlastnosti, které většina motorkářů přijala jako vlastnost motocyklů, které ale vycházejí z chování teleskopických vidlic. Jedná se především o zkrácení rozvoru při brzdění, problémy s pružením v zatáčkách a při brzdění a náchylností k několika ka-



Obr.6-4 Maximální natočení kola

tastrofálním projevům které musejí být tlumeny. Další výhodou a hlavním důvodem, proč toto konstrukční řešení bylo zvoleno, jsou jeho vhodnější zástavbové požadavky, které se lépe sloučily s komponenty elektrického motocyklu. Při použití klasického řešení je obtížné zkombinovat objemný bateriový box a rám spojující hlavu řízení a osu zadní kyvky, protože rám ideálně prochází přímo středem bateriového boxu. Naopak u tohoto řešení se zástavbové požadavky naprosto shodují.



Obr.6-6 Odhad poloměru otáčení

Jeho nevýhodou je především omezený úhel zatačení, který v tomto případě byl zvolen 26° a pohybuje se na horní hranici toho, čeho je toto uložení při rozumných rozměrech schopno. Tento úhel odpovídá plně kapotovaným silničním motocyklům s běžným uložení. Dalším problémem který tomto systému není vlastní, ale vznikl díky požadavkům mého designérského řešení, je přenos síly řízení. Byly pro něj už vyvinuty lepší systémy než tento poněkud komplikovaný způsob jak přenášet sílu, který vyžaduje vysokou přesnost všech komponent, ale nebyly použité, protože pro ně nebylo možné vynahradit zástavbové místo bez radikální změny koncepce.

Na nápravách jsou uložena litá kola jednoduchého profilu, osazená pneumatikami s jemným silničním vzorkem. Přední disk má na svých loukotí montážní body pro umístění disku obvodové brzdy. Zadní kyvná paže nese napřímo napojený tlumič pod vysokým úhlem, z vnější strany řemenici a z vnitřní strany kotoučovou brzdou. Paže má proměnlivý průřez, v momentě kde prochází okolo kola je vysoká, směrem do středu kola je naopak hluboká, tak aby byla zachována tuhost.

6.5 Pohonná jednotka, baterie a nabíjení

6.5

O rozpohybování motocyklu se stará pohonná jednotka, skládající se z motoru, který je přímo pomocí ozubeného řemenu napojen na zadní kolo, jeho ovladače a baterií - tedy, terminologicky správně, akumulátorů. Všechny tyto komponenty byly zvoleny, jsou v současné době v prodeji a při návrhu motocyklu bylo počítáno s jejich reálnými parametry.

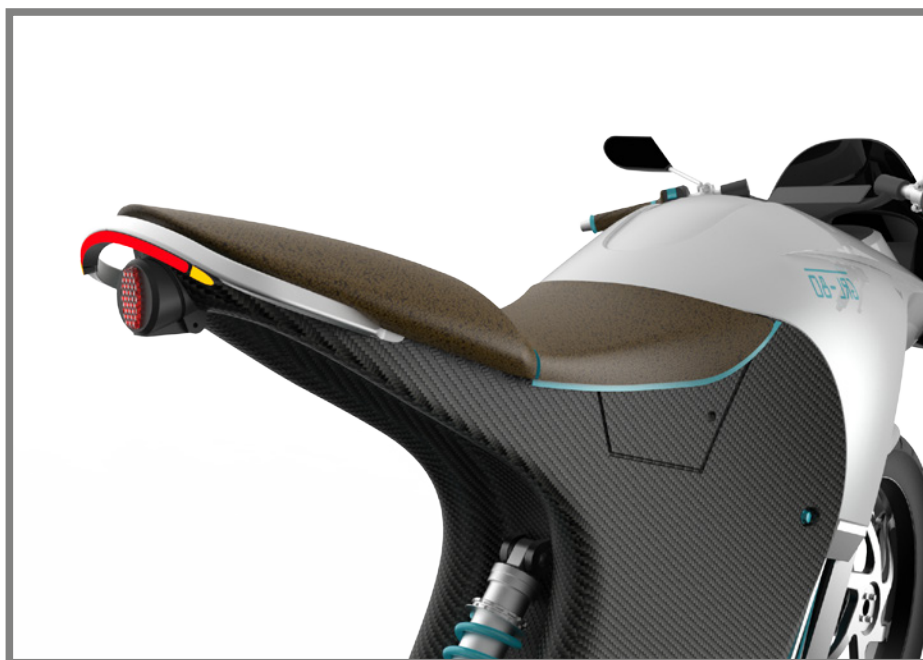
6.5.1 Baterie a nabíjení

6.5.1

Pro motocykl byly zvoleny prizmatické lithium iontové články firmy Samsung, s zatím nezveřejněnou chemickou stavbou. Jejich poměr energie vůči váze je podle firmy o 33% větší než mají články chemie NMC, používané například ve vozech Nissan či Tesla. Předpokládaná životnost před poklesem kapacity na 80% je 6000 cyklů. Firma udává nejen energetickou hustotu článků, ale i přibližné parametry možného bateriového modulu se vši podstatnou elektronikou a ochranným materiálem.

Podle zástavbového prostoru tohoto modulu bylo vypočteno, že motocykl, jehož bateriový box má objem 0,065 m³, by měl mít až 20 kWh energie.

Vlastní konstrukce bateriového boxu se skládá z plechové schrány, vyložené proti hořlavým materiálem. Do ní jsou vsunuty čtyři akumulátorové moduly, ve tvaru písmene T, každý z nich vybaven vlastní elektronikou, vsunut po kolejničkách bateriového boxu a připevněn na místo. Tento celek je potom sešroubován s rámem a tvoří tak jednu tuhou sestavu. Otevřeným rámem motocyklu lze vidět profily kolejniček v bateriovém boxu.



Obr.6-7 Pohled na zásuvky

Nabíječka, umístěná pod sedlem, je schopna brát jak běžný třífázový proud z rozvodné sítě, tak vysoký stejnosměrný proud z rychlonabíjecích stanic. Motocykl je vybaven třífázovou zásuvkou pod sedlem a zásuvkou systému ChaDeMo, umístěnou na konci motocyklu, pod brzdovým světlem. Motocykl je tak možné nabít za 15 minut na 80% a za půl hodiny skoro na maximum. Nabíjení z běžné sítě na 80% trvá více než 6 hodin.

Mechanical		Electrical	
Type:	Axial flux synchronous permanent magnet motor/generator; sinusoidal three phase	Maximal battery voltage:	470 (HV) / 320 (MV) / 125 Vdc (LV)
Casing diameter:	208 mm	Peak power (at 6000 RPM):	80 kW
Axial length:	85 mm	Continuous power*:	up to 40 kW
Dry mass:	9.1 kg (AC) / 9.3 kg (CC) / 9.4 (LC)	Peak torque:	180 Nm
Stator cooling:	air (IP21) / water glycol (IP65) / combined (IP21)	Continuous torque*:	up to 80 Nm
Mounting:	Front: 6x M8 threaded holes Back: 8x M8 threaded holes	Efficiency:	up to 98%

* Depends on the rotation speed and thermal conditions.

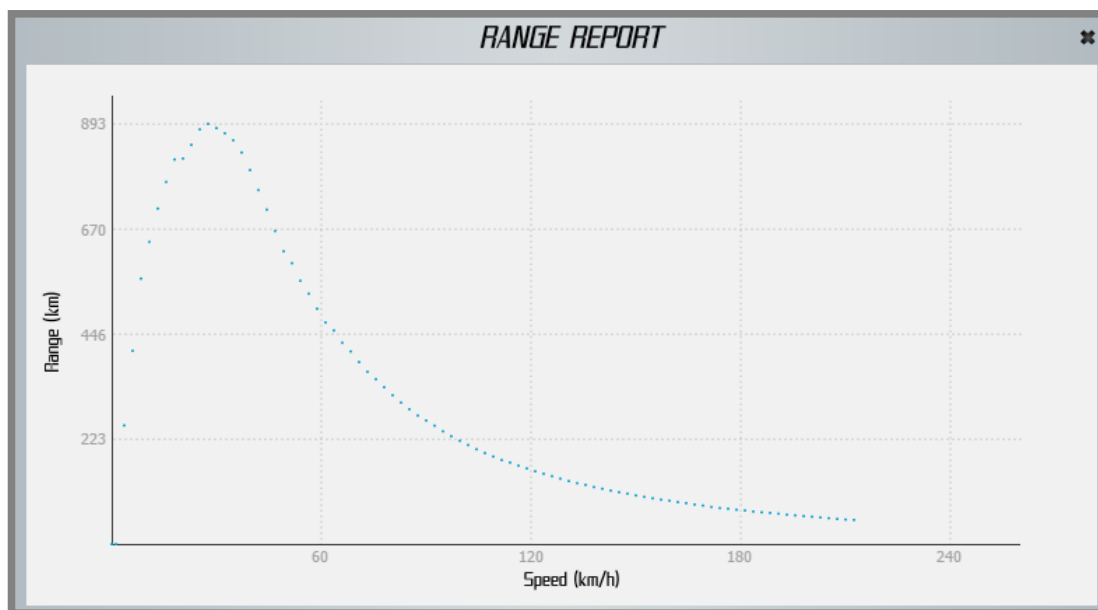
Obr.6-8 Parametry motoru

6.5.2 Motor a ovladač

Pro motocykl byl zvolen motor firmy Emrax, typ 208. Jedná se o synchronní motor s pernametními magnety chlazený vzduchem, velmi kompaktního formátu, vhodného pro umístění do motocyklu. Motor má stator na ose a točí svým pláštěm, tato vlastnost umožňuje ho uložit souose se zadní kyvnou paží. Protože jsou motor a osa nápravy uloženy souose, není potřeba sekundárního převodu, ani napínáku řemenu.

Řemen byl zvolen místo řetězu kvůli tichému chodu, a kvůli udržení počtu potřebných olejových náplní na motocyklu na minimu. Nová generace řemenů dosahuje stejné efektivity jako řetězy, a tak nedochází ke zbytečným ztrátám výkonu. Nevýhodou řemenu je, že nemůže procházet skrz kyvnou vidlici, protože není rozpojitelný a poněkud rozměrné řemenové kola. Problém s uložením řemenu si vyžádal poněkud netradiční řešení s průchozí přírubou v zadní kyvné paži. Převod mezi motorem a kolem, po zvážení maximální rychlosti a zrychlení, by se měl pohybovat mezi 3-3.4.

Ovladač motoru byl na doporučení firmy zvolen od firmy Emsiso, typ emDrive 500. Dokáže s dostatečnou rezervou hnát motor a nabízí možnost rekuperace. Tento ovladač je vhodný pro použití motoru v režimu nízkého napětí, což je součástí finálního řešení z důvodu vyšší bezpečnosti. Elektronika motocyklu tedy funguje na napětí 125V.



Obr.6-9 Simulovaný dojezd

6.6 Brzdový systém a rekuperace energie

Na motocyklu je v zájmu prodloužení dojezdu a kvůli relativně snadnému řešení instalován dvojitý brzdový systém. První část brzdového systému tvoří dvě kotoučové brzdy, obvodová brzda vpředu a klasická kotoučová brzda na zadním kole. Tyto brzdy mají samy o sobě dostatečný brzdící výkon pro motorku této velikosti.

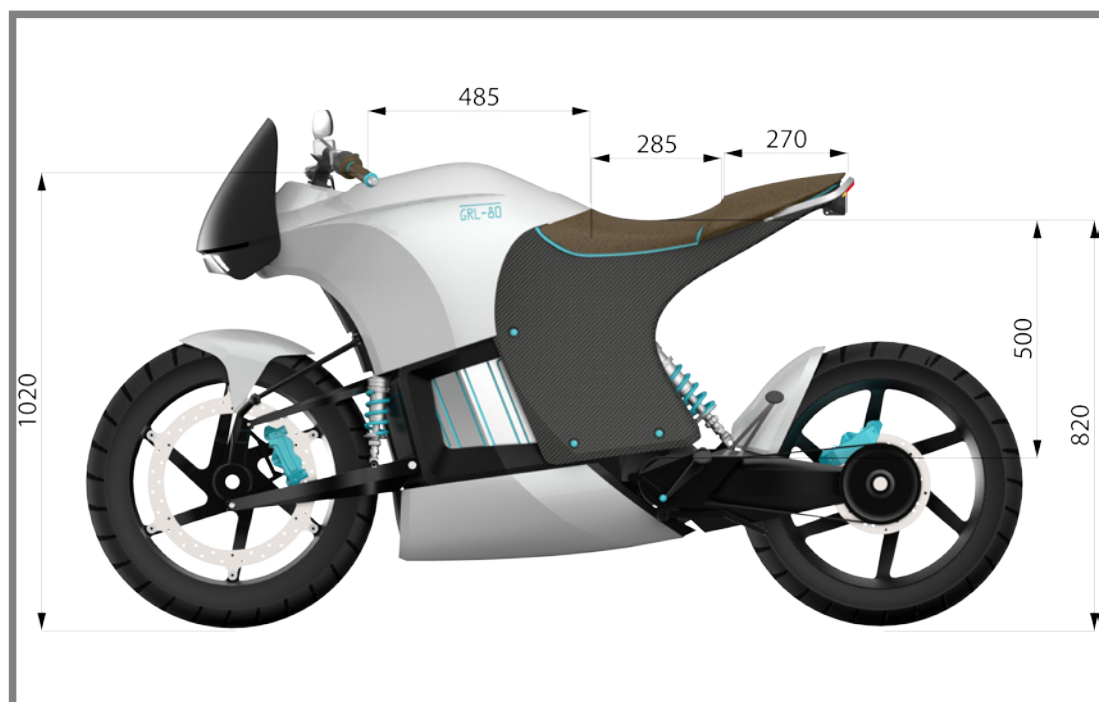
6.6

Ale motorka by většinu svého brzdění měla vykonávat pomocí rekuperačního brzdění motorem. Je pro tento úkol vybavena upravenými ovládacími prvky a potřebnou elektronikou. Z důvodu obav nad zkrácenou životností bateriových článků je v motocyklu přítomný sekundární akumulátor. Jako technologicky vhodné byly určeny dva typy, buď LTO článek (Lithium-oxid titaničitý) nebo superkapacitorová banka. Obě dvě tyto zařízení vynikají při rychlém nabíjení a vybíjení a mají vysoký počet životních cyklů, ale nižší energetickou hustotu než hlavní akumulátor.

Využití rekuperačního zařízení s vlastním akumulátorem je vhodné i k šetření hlavního akumulátoru při rychlých rozjezdech s vysokým odběrem, dojde tak k dalšímu prodloužení životnosti.

6.7 Shrnutí navržených parametrů

Motor	Emrax 208, 40kW, 6000 rpm, 130Nm
Baterie	20 kWh, 125V, životnost 6000 cyklů
Dojezd bez rekuperace	500 km v ideálních podmínkách, 200 km na dálnici
Max. Rychlost	280km/h při převodovém poměru 1:3
Základní rozměry	2050 mm délka, 1120 mm výška
Rozvor a závlek	1425 mm a 70 mm
Rozměr disků	18“
Poloměr otáčení	cca 3100 mm
Brzdy	Přední a zadní kotoučová brzda plus rekuperace
Předpokládaná váha	210 kg, z toho 120 kg baterií
Odhad ceny	400-500 tisíc Kč



Obr.6-10 Ergonomické rozměry motocyklu

6.8 Ergonomické řešení

6.8

Motocykl je stroj se kterým člověk zachází na velmi blízké a úrovni. Má mnoho prvků ovládání a hodně součástí na údržbu, stejně jako hodně signalizačních prvků. Na návrhu motocyklu jsem se pokusil o zjednodušení některých procedur oproti silničním motocyklům, některé naopak byly ponechány cílevědomě stejné.

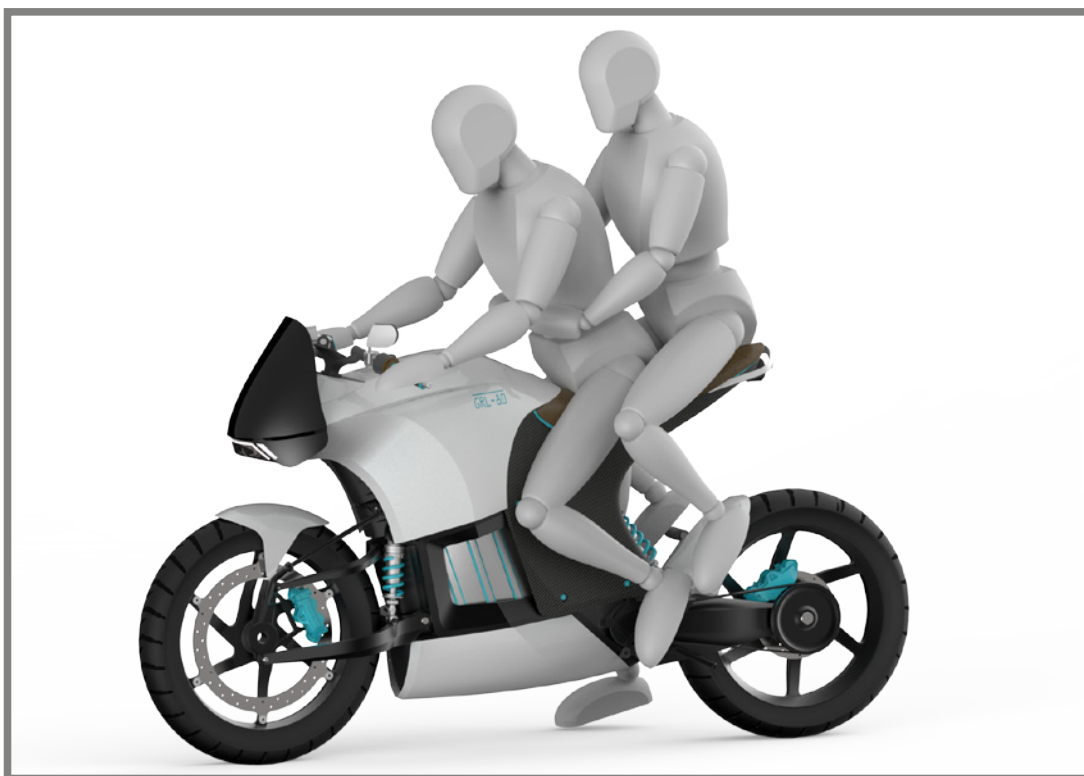
6.8.1 Posed a řízení

6.8.1

Sedlo motocyklu je vyšší, s úzkým hluboce polstrovaným sedlem a mírným nakloněním vpřed. Rukojeti řídítek jsou mírně skloněné dolů, ale víceméně v rovině. Mají standardní šířku 700 mm, průměr 30 mm. Řidítka jsou však šířkově i výškově nastavitelná.

Řidič sedí pohodlně, ve vzpřímeném sedu, s možností zalehnutí na nádrž. Kolena má v prohlubíně za obloukem nádrže, která umožňuje sevření koleny. Sedlo je primárně určeno pro jednoho jezdce, druhá pozice neposkytuje plný komfort, ale v případě potřeby je dostatečná na kratší jízdy. Spolujezdec má k přidržení boční madlo, nebo řidiče. Sedlo není příliš hluboké, ale je z husté latexové pěny potažené syntetickou kůží, poskytuje tak dostatečný komfort.

Sedlo řidiče je ve výšce 820 mm, stupačky jsou od sedla vzdálené 520 mm. V zorném poli má řidič zpětnou kameru a display, skryté za neprůhledným štítkem.



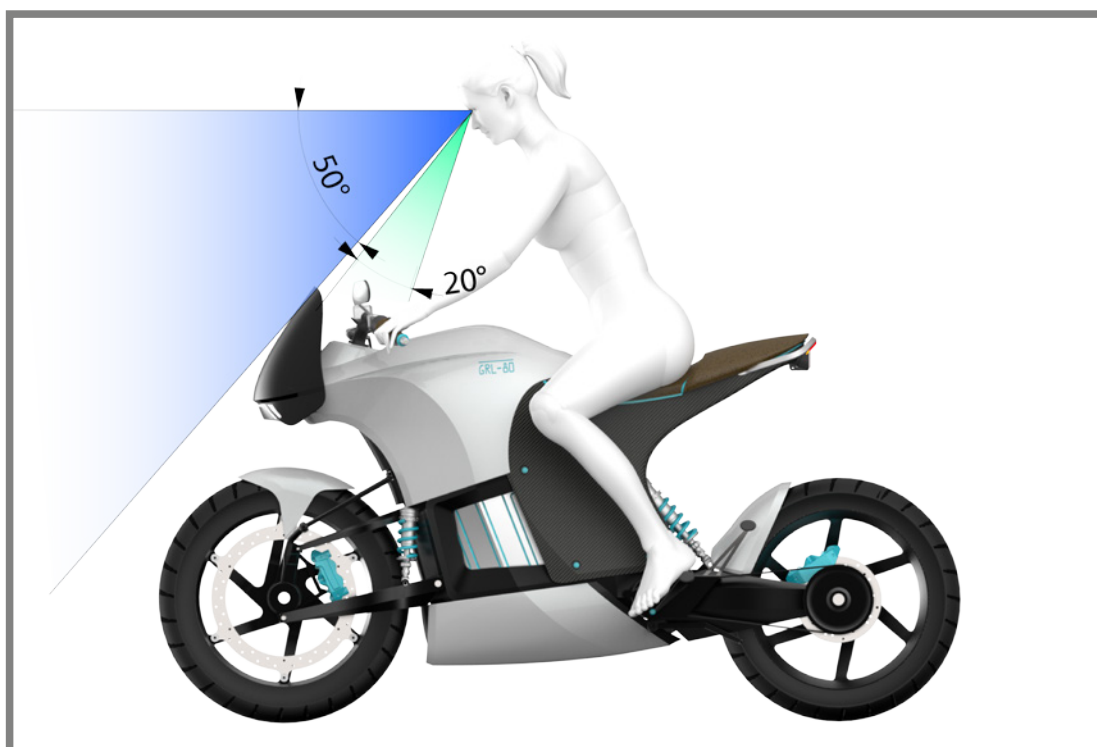
Obr.6-11 Dva jezdci na motocyklu



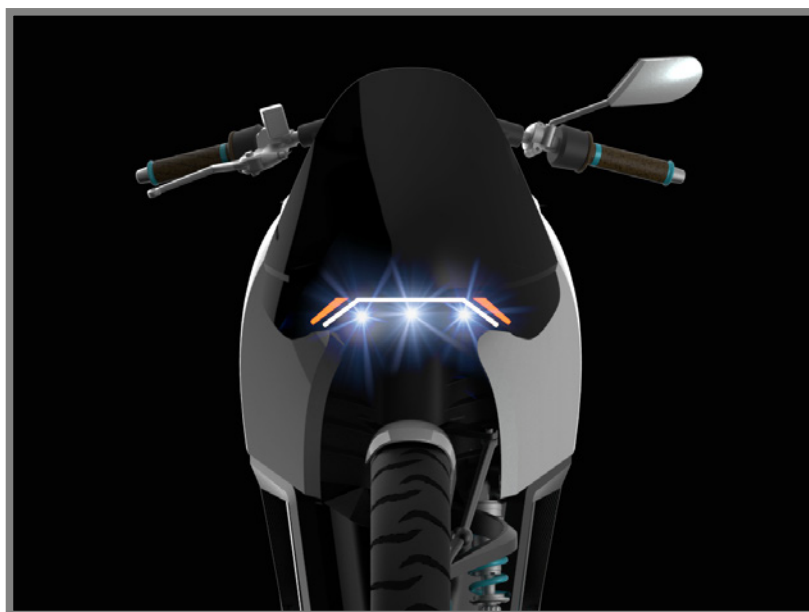
Obr.6-12 Jezdec na motocyklu

6.8.2 Osvětlení a štít

Aerodynamický štítek ze ztmavěného akrylu plní více funkcí. Kromě zvýšení komfortu řidiče skrývá přístrojovou výbavu a je v něm integrován světlomet. Není pouze vestavěný, části optiky jsou přímo vytvarované do plastu. Na denní svícení slouží pásek drobných, regulovatelných LED diod, z nich jsou vystavěné i odbočování a brzdové



Obr.6-13 Zorné úhly



Obr.6-14 Dálkové světlomety

signální světla. Tři hlavní světlomety jsou typu HID. Čočky světlometů jsou přímo v materiálu štítu. Navržené osvětlení by mělo splňovat normu EHK č. 53

6.8.3 Ovládací prvky

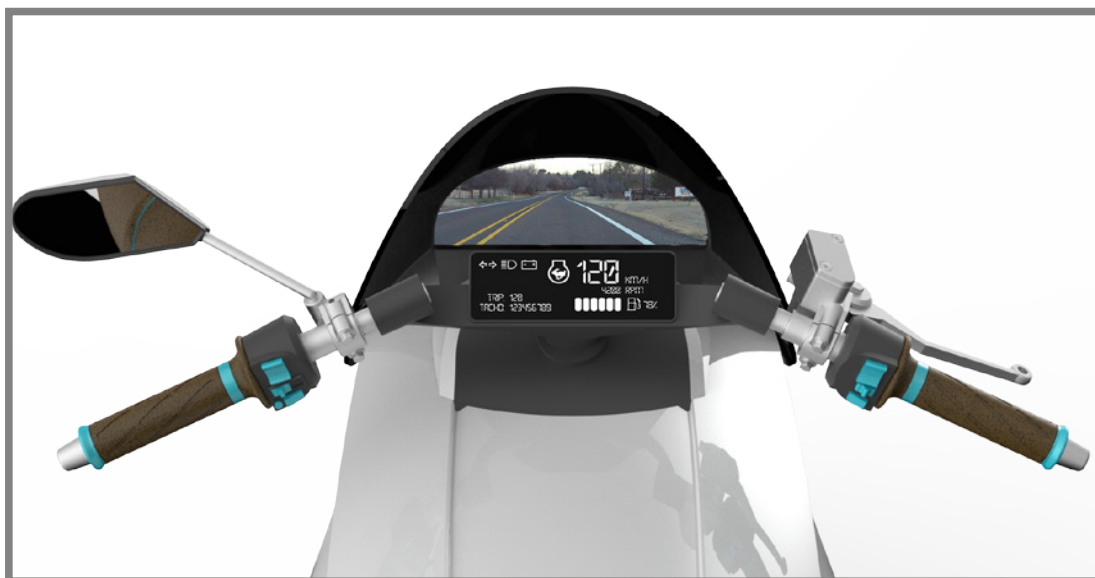
Většina ovládacích prvků je sdružená na řídítkách, ty které řidič potřebuje za jízdy jsou na dosah bez sundání dlaní z rukojetí. V ponechaném tradičním rozložení je plyn ve formě otočné rukojeti a přední brzdová páčka pod pravou rukou. Přední brzdová páčka pracuje ve dvou zónách, zpočátku krátce aktivuje pouze rekuperační brzdu, po taktilním přechodu začne tlačít kapalinu hydraulických brzd. V případě selhání elektroniky je tak brzda stále stejně efektivní.

Kvůli absenci spojky je levá ruka bez páčky. Palcová tlačítka jsou rozmístěná následovně: Pod pravou rukou se nachází hlavní vypínač motocyklu, vypínač světel a startovací tlačítko. Pod palcem levým je přepínač světel, ovládání směrových světel, klakson a ovladač palubního počítače. Jeho display je ve středu řídítek, jedná se o široký a úzký dotykový display který plní funkci palubní desky a další.

Motorka nemá otvor na klíče, startuje se tlačítkem a odemyká se pomocí bezdrátové klíčenky a jejím přiložením k displayi. Při dokončení jízdy stačí od motorky prostě odejít, motocykl se automaticky vypne a zamkne řídítka.

Zrcátka jsou na motocyklu umístěná podle požadavků platné legislativy, vpravo je jejich montážní otvor součástí brzdového uzlu. Pro levé zrcátko, které legislativa častěji vyžaduje, je samostatný montážní prstenec. Zrcátka odpovídají předpisům v ČR, jejich plocha je větší než 6900 mm². Tam, kde je to možné, je motocykl vybaven pouze zadní kamerou, jejíž projektor je předsunut řídítkům tak, aby byl blíže zornému poli řidiče. Jedná se o display se zadní projekcí, se skvělou čitelností na slunci a velmi výraznými barvami.

6.8.3



Obr.7-1 Ovládací prvky

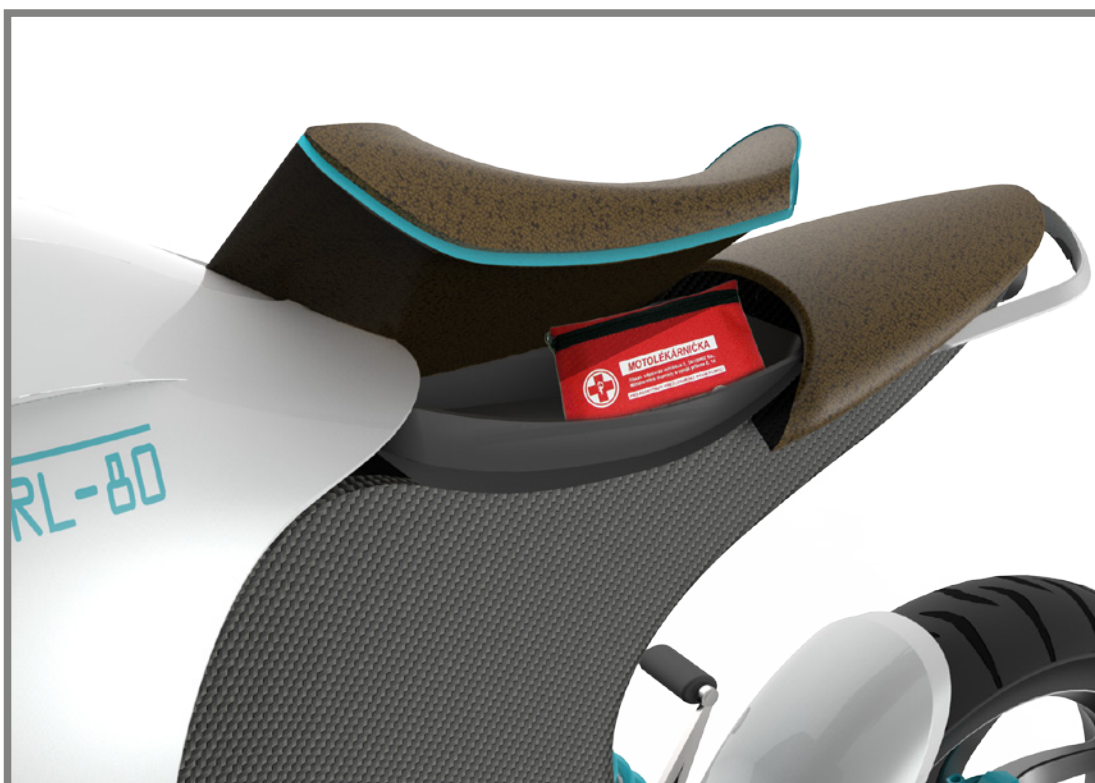
Nožní ovládání je na motocyklu zachováno, avšak řadící páka pod levou nohou je zde čistě pro uspokojení zvyku motorkářů a stejná funkce je proveditelná na ovládacím display. Je totiž čistě elektronická a slouží k přepínání jízdních režimů. Poskytuje ale zřetelný taktilní stimul a přepíná motocykl mezi plným výkonem do režimu pro jízdu v obci a režimu eco, který slouží jak k prodloužení dojezdu, tak omezení drastického kroutícího momentu, který jezdec nemusí vždy od motocyklu vyžadovat. Přestože nominální výkon motoru je pouze 40 kW, v plné zátěži dokáže přesáhnout 80 kW a jeho kroutící moment je nesrovnatelný s motory spalovacími. V rámci pohodlí a bezstarostné jízdy tak může řidič zvolit méně agresivní jízdní režim.

Zadní brzda pod pravou nohou funguje naprosto podle očekávání, na rozdíl od přední brzdy není napojená na systém rekuperace. Stupačky jsou plynule výškově nastavitelné na profilované kolejničce, jejich konce mají profil oválu se zdrsňeným povrchem, umožňujícím změnu polohy nohy na stupačce

6.8.4 Užitékové a manipulační prvky

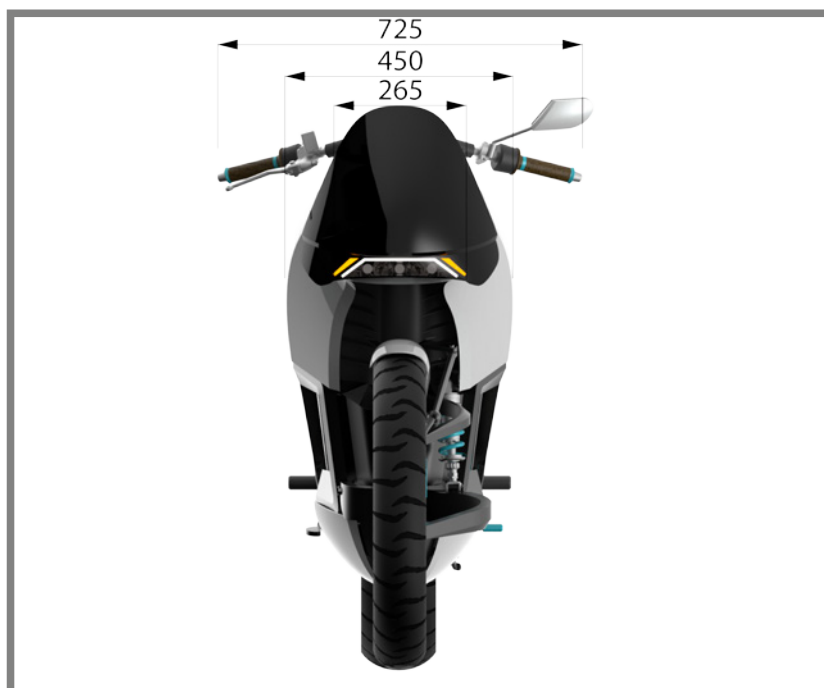
Jedním z dílčích cílů, které se vyjasnili až v průběhu práce, bylo zjednodušení údržby motocyklu. Výsledná podoba motocyklu tak nemá žádné olejové náplně kromě brzdového oleje. Společně s pojistkami a světlomety, které však mají extrémně dlouhou životnost, řemenem a pneumatikami brzdové kapaliny tvoří veškerou uživatelskou údržbu na motocyklu. Jinak je potřeba motocykl pouze dobít.

Pojistky a povinná výbava motocyklu jsou umístěny pod uzamykatelným odklápěcím sedlem, společně s ukládacím prostorem. Přístup k nabíjení je na dvou místech. Tvrdý a neohebný kabel rychlonabíječky se do motorky zapojuje zezadu, těsně pod koncem sedla, aby s ním byla co nejsnazší manipulace. Mnohem měkčí kabel rozvodné sítě se do motorky připojuje z boku, do zásuvky těsně pod sedlem, která je zavřená krytkou splývající s tvarem boku motocyklu, zajištěnou odpruženým tlačítkem.



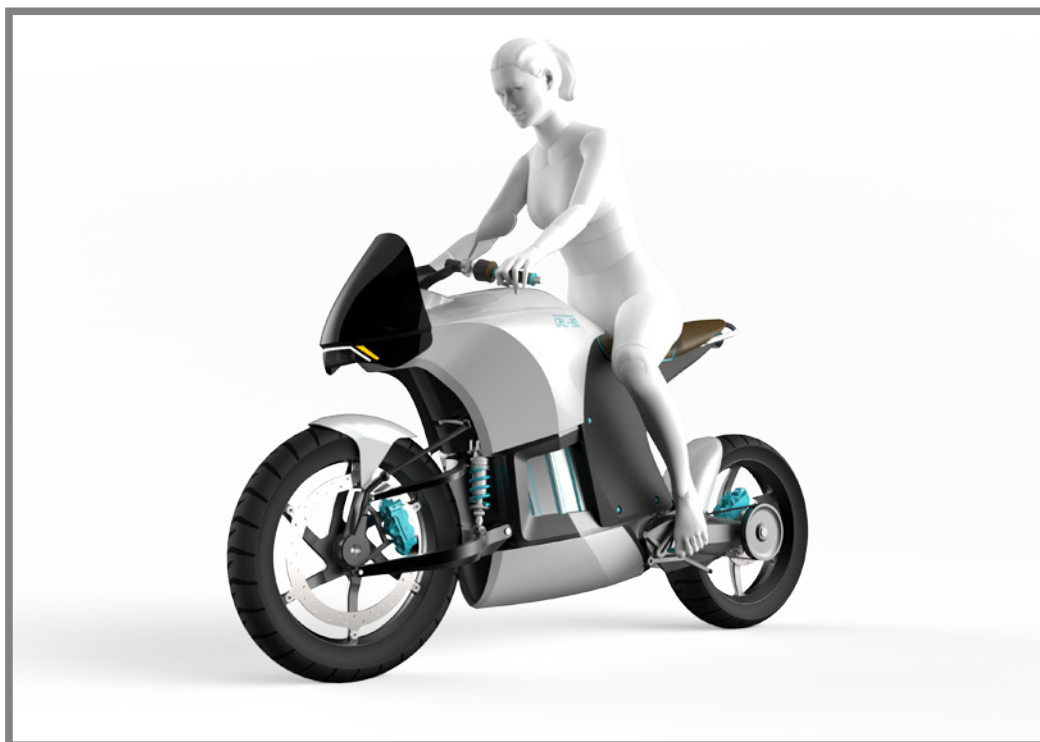
Obr.7-2 Úložný prostor

Motocykl není vybaven centrálním stojanem, pouze stojanem výklopným, z levé strany. Stojan je prolomený, ve sklopeném stavu splývá s tvarem motocyklu, jeho konec však zůstává odchlípnutý, tak aby umožnil jeho pohodlné vyklonění špičkou nohy.



Obr.7-3 Šířka motocyklu

7 BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ



Obr.7-1 Náhled na motocykl

7.1 Barevné řešení

Barevné řešení je u tak emocionálně nabitého tématu podstatnou částí finálního řešení, ale zároveň o něm není možno rozhodnout pouze logicky, kvůli zažitému pojetí o barevnosti nejsou některé barvy použitelné, vyvolávali by naprosto nepotřebné srovnání. Mezi takto nepoužitelné barvy patří především jasná červená, zelená a oranžová barva. Pokud se bavíme o motocyklech, tak všichni se zájmem o toto téma vědí, že ve výše uvedených barvách jsou vyvedeny nejlepší stroje značek Ducati, Kawasaki a KTM.

Protože tyto značky často používají velmi agresivní styling, tak mnou navržený stroj s splývavějšími tvary by v jasných barvách vyvolal srovnání která nemusí být vždy žádoucí. Temnější varianty těchto odstínů však už podobná přirovnání nevyvolávají.

Podívám se li na problém z pohledu mnou navrženého stroje a jaká barevnost by se k němu měla hodit, nabízí se několik přístupů. Je to možnost použít barvy vyjadřující čistotu, jako je bílá či světle šedá, nebo použít barvy signalizující sílu, ale jiného charakteru než často použitá červená. Jako zástupce tohoto přístupu bych navrhl sytou, jasnou modř nebo žlutou. A vždy je tu možnost využít všeobecnou, jasně ekologickou zelenou.

Jako hlavní barvou výsledného schématu jsem zvolil velmi světlou stříbrnou s nádechem do modra. Myslím si, že vhodně spojuje výraz čistoty, ale zároveň je to barva silná a důstojná. Je to barva chladná, nevyjadřující k motocyklu se poněkud nehodící

se agresivitu jako by mohla žlutá. Je však důležité vybrat odstín, který nebude maskovat tvarování kapoty, proto jsem zahrnul většinu modrých a sytých stříbných.

Dalšími barvami, nacházejícími se na motocyklu jsou především barvy kovů, bez barevného lakování a akcentová barva na některých součástkách. Součástky lakované akcentovou barvou jsou tlumiče, třmeny brzd a součásti ovládacích prvků a sedačky. Akcentová barva byla zvolena jako tyrkysová.

Štít motocyklu nebyl ponechán průhledný, není to potřeba kvůli zorným úhlům, a pokud by průhledný byl, tak je za ním vidět shluk přístrojové výbavu motocyklu, který není úplně vizuálně čistý, proto je lepší, aby bylo sklo štítu ztmaveně.

Kovové díly jsou podle své velikosti buď ponechány ve své přírodní barvě, pouze s povrchovou úpravou, nebo jsou anodizované na černé metalický povrch. Malé díly jsou tedy ponechány v hliníku a oceli, a velké díly jako jsou rám a disky mají stejnou povrchovou úpravu do lesklé metalické černé.

Podsedlovka je ponechána v barvě materiálu, tak aby byla vidět kresba a struktura uhlíkového vlákna. Laminát z uhlíkového vlákna je atraktivní materiál, a tak by jeho přítomnost na motocyklu měla být ponechána co nejvýraznější.



Obr.7-2 Varianty

7.1.1 Varianty a alternativní řešení

Jako další barevné řešení byla navržena modrá a žlutá, s jinou povrchovou úpravou rámu, spíše klasickou metalickou než černou. Bílá byla zvolena proto, že její výraz je vhodný pro elektrický motocykl, ale především proto že v ní nejlépe vynikne jeho tvarování.

Žlutá je nejagresivnější zvolenou barvou pro motocykl. Jedná se o velmi jasnou žlutou s mírným příměskem červené. Společně s průhlednějším štítkem motocykl působí nejlehčí a budí dojem nejvyšší rychlosti.

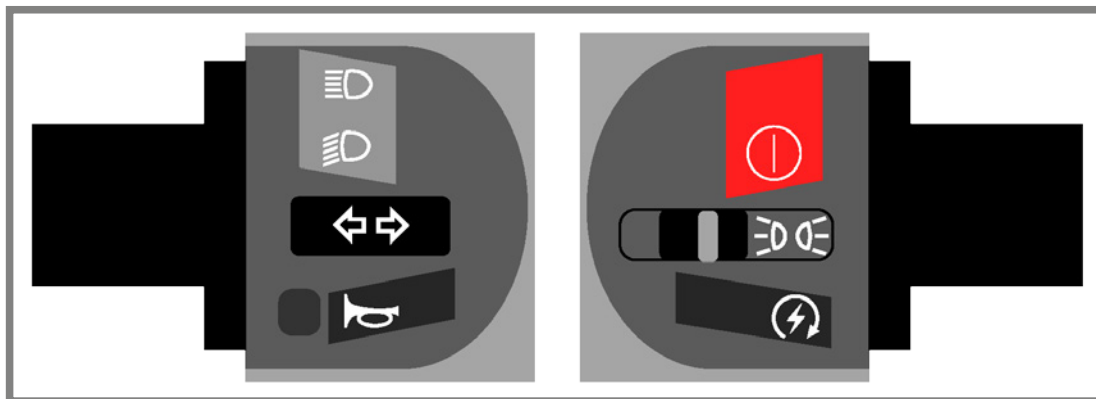
Poslední variantou, která je pouze alternativní verzí lakování hlavních prvků je verze v královské zelené, velmi často používané v automobilním průmyslu, i když momen-

7.1.1

tálně mimo oblibu, protože budí dojem zastaralosti. Kvůli tomuto negativnímu spojení a kvůli evokaci spíše lesnických vozidel nebyla zvolena jako hlavní barevná varianta.

7.2 Ovládací prvky

Ovládací prvky jsou rozdělené a označené klasickým způsobem, tak aby jezdci byli okamžitě povědomé. Ty, které nejsou součástí spalovacích motocyklů byly buď co nejasně označeny, nebo se ovládají pomocí obrazovky, která umožňuje jasnější a přehlednější zobrazení informací, stejně jako okamžitou zpětnou vazbu. Ovládací a varovné ikony vozidla jsou podle normy ISO 7000 tam, kde je aplikovatelná.



Obr.7-3 Označení ovladačů

Elektrické komponenty jsou označeny příslušnými varováními a bezpečnostním označením, ale žádné z nich nejsou přístupné z vnějšku motocyklu a jsou až pod příslušnými kryty.

7.3 Display a uživatelské rozhraní

Display motorky zobrazuje důležité informace během jízdy, je možné ho využít jako ukazatel navigace a mimo jízdu na něm jsou zobrazitelné statistiky jízdy, záznamy o údržbě a změnit některé nastavení motocyklu. Display má tak čtyři hlavní podoby, inicializaci, kdy se motocykl odemyká a spouští, menu s nastavením když motocykl stojí a není spuštěný pohon a dva režimy za jízdy, s navigací a bez ní. Obrazovka je dotyková, ale za jízdy nereaguje na dotyk z důvodů bezpečnosti. Některé funkce je možné přepínat pomocí ovladače na řídítkách.



Obr.7-4 Inicializace

Inicializace

Motocykl během spouštění ukazuje kontrolu součástí a systémů, statistiky jízdy jako dojezd na poslední nabití, zbývající nabití baterií a další informace a logo výrobce nebo přímo motocyklu.

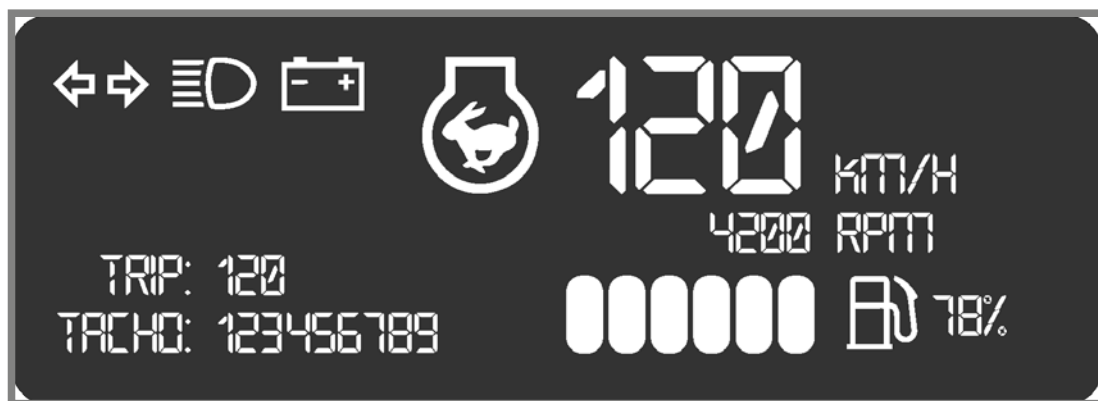


Obr.7-5 Menu

Menu

V menu si je možno zobrazit současný stav motocyklu, zobrazit servisní stav jako například servisní kódy, nastavit párování motocyklu s mobilním telefonem uživatele a nastavit jízdní profily.

Párování s mobilním telefonem slouží pro možnost zobrazení si statistik o motocyklu a jeho současného stavu, a to včetně polohy. Ale nejdůležitější z důvodů pro párování s telefonem se sdílení informací pro navigaci, motorka sama o sobě není vybavená plnohodnotným GPS modulem ani připojením na internet, tak pouze zobrazuje informace z navigace telefonu.



Obr.7-6 Jízda bez navigace

Jízda

Za jízdy je zobrazena především rychlost a zbývající stav baterie. Další informace na obrazovce jsou otáčky motoru, zbývající dojezd a indikátory stavu, nahrazující kontroly k nalezení na spalovacích motorkách. Rozložení informací na obrazovce je od středu k okrajům, od největších a nejdůležitějších informací až po informace doplňkové u okrajů.

Po přejití do režimu s navigací zaujímá centrální pozici indikátor další odbočky a vzdálenost k ní. Doplňujícími informacemi je čas a vzdálenost do cíle jízdy. Ostatní informace jsou přeneseny do stran obrazovky a některé jsou vypuštěny. Je možné přepnout na režim se zobrazenou mapou.



Obr.7-7 Jízda s navigací

8 DISKUZE

8.1 Psychologické aspekty

Velmi důležitou částí tohoto návrhu bylo balancování mezi designem o kterém jsem si myslel že by měl být současnými motorkáři přijat a mezi designem novým, neotřelým a vhodným pro elektrickou motorku. Je ovšem otázkou jestli tato snaha má význam a širšímu rozšíření těchto strojů nebude i po vyřešení technických limitací bránit odpor subkultury.

Mým osobním názorem je, že stroj jako ten, který byl navržen v této práci, poskytuje dosti zajímavý zážitek z jízdy, kombinací výkonu a charakteristik elektrického motoru by jízda této motorce nabídla jezdcům nový zážitek. Avšak z rozhovorů s několika známými motorkáři jsem pochopil, že pro velkou část jezdců nesdílí elektrický stroj lákavost, přesto že jsou schopni přiznat objektivní výhody elektrického motoru, emočně nejsou ochotní motorku přijmout. Bude tedy nutné najít nové, potenciální motorkáře kterým naopak současná subkultura nevyhovuje, nebo se hlavním odběratelem motocyklu stanou lidé, pro které čistě praktické stránky zvítězí, a zvolí snadnou údržbu, okamžitý start a spolehlivost elektrického vozidla, stejně jako ekonomické výhody které toto vozidlo přináší.

Vizuální výraz

Styl motocyklu byl cílevědomě volen jako méně agresivní. Ostře řezané linie a hrany, agresivní masky a velmi silné a dynamické postavení jsem neuznal za vhodné pro takový typ motocyklu. Co naopak z výrazu klasickým motocyklů bylo ponecháno je základní vizuální jazyk, tak aby uživatel nebyl při kontaktu se strojem se kterým je tak blízko spojen zmaten. Dále byl ponechán animalistický výraz, kterého bylo dosaženo pomocí splývavých přechodů a mírných hran. Přirovnání k různým členům říše zvířat se často objevuje při popisech a rozbořech návrhů motocyklů, to především u těch s plnou kapotáží. Velmi často jsou použité přirovnání k velkým šelmám a jiným dravcům. Na adresu mého návrhu motocyklu slýchávám především přirovnání k vodním tvorům a ptactvu, s čím jsem ochoten souhlasit, myslím že správně vyjadřují moje shrnutí výrazu motocyklu jako „čisté síly“.

8.1.1 Ovládací prvky

Když mluvím o motocyklu jako o stroji se kterým je uživatel blízko spojen, myslím tím jak ho ovládá, jaká je jeho pozice vůči němu. Není to stroj který je zapnut a může od něj odejít a ovládat ho vzdáleně. Naopak, kvůli aerodynamice se jezdec na motorkách stále více integruje do stroje, tvar motocyklu není úplný bez jezdce, a stejně detailně jsou provázány ovládací prvky. Na konvenčních motocyklech je ovládání taková, aby jezdec nemusel nikdy měnit polohu, nikam přehmatávat, protože to může při jízdě na motocyklu být nebezpečné. Proto bylo rozložení ovládacích prvků co nejvíce ponecháno, tak aby existující jezdci při posazení se na motocykl instinktivní představu o tom, co který ovladač dělá, aby mohli okamžitě a bez kontroly zrakem ovládat veškeré funkce motocyklu. Toto je důležité jak pro zkušené motorkáře tak pro nové jezdce, kteří po dokončení kurzu autoškoly nemusí být ještě zkušení, a jejich další zmatení odlišným ovládacím schématem by rozhodně nebylo vhodné.

Proto bylo odstoupeno od některých plánovaných řešení, jako byly obě dvě brzdy na řídítkách, řešení známé ze skútru a jízdních kol, kde ovládání nohama nelze uskutečnit, a byla přidána přestože ne úplně nutná, tak smysluplná náhrada řadicí páky.

Asi nejdůležitějším z těchto rozhodnutí však byla rozhodnutí nad systémem ovládání rekuperační brzdy. Dlouho jsem se nemohl rozhodnout, zda použít řešení čistě elektronické, nakonec finální řešení s dvoupásmovou brzdou, nebo systém s plynem který lze otočit i do záporu, a tím je ovládan brzdový výkon.

Řešení čistě elektronické, kdy by ovladač v motocyklu sám předával největší možnou část brzdového výkonu na motor, jsem nepoužil z důvodů obav u bezpečnost řešení. Nelíbí se mi a nejsem si jistý legalitou řešení kdy ovládací prvky brzdění vůbec nejsou přímo spojené s brzdovými válci a byla by tu nutnost použití komplikovaného posilovače brzd, který umožňuje brzdění i když je vypnutý, jako v automobilech.

Řešení oboustranného plynu mi již přišlo jako mnohem zajímavější cesta, především proto že při něm je jezdec v plné kontrole nad motocyklem a může si volit jak chce brzdít a maximalizovat množství rekuperované energie. Nebylo ale vybrané z ergonomických důvodů, takový plyn má již přílišný rozsah pohybu pokud má být zachována současná citlivost, ale především z důvodu obav o efektivní využití systému který je ovládan takovým způsobem. Je sice možné, že část jezdců by se naučila systém používat do krajnosti jeho možností, ale je podle mně mnohem pravděpodobnější, že velká část jezdců by systém nevyužívala vůbec a používala by pouze konvenční brzdy. V takovém případě byl systém na motocykl instalován zbytečně.

Dvoupásmový systém se tak jevil nejlepší, protože i řidič který ho záměrně nevyužívá pořád rekuperuje velmi velkou část energie a zároveň u něj nevznikají obavy o bezpečnost.

8.2 Ekonomický rozbor

Výrobní strategie

Většina prodaných motocyklů je v kategorii okolo 600 cc [10]. Navržený motocykl se výkonem přibližně srovnává s touto třídou. Váha motocyklu je dostatečně nízká díky pokroku bateriové techniky, tak aby motocykl do kategorie zapadl rozměry i váhou. Dojezd motocyklu pohodlně překračuje 200 kilometrů. Tento dojezd je navzdory veřejnému mínění vhodný pro veškeré cestování 95% procent populace, a asi 50% by stačil dojezd 50 km. (Údaje platí pro USA.)

Celý návrh motocyklu by měl odrážet jeho hlavní funkci, a to je denní dopravní prostředek. Není vhodné o něm uvažovat jako o velkých cestovních motocyklech, označovaných jako Touring, které slouží na dlouhé, turistické a rekreační výjezdy. K tomu se nehodí kvůli dojezdu a kvůli problému s degradací baterie. Tyto stroje většinu roku stojí a nejsou používané, ale na rozdíl od spalovacího motoru u baterií dochází k postupné degradaci, i když nejsou aktivně cyklovány.

Co se týče stylizace motocyklu, pracoval jsem na vystihnutí jeho jiné podstaty abych tím přilákal zákazníky nového publika, a zároveň jsem použil designové prvky ze současných motocyklů tak, aby stroj byl atraktivní i pro stávající motorkáře. Výhody

elektrických motocyklů nejsou dostatečné aby přesvědčili zákazníky kteří se o stroj zajímají z čistě ekonomických důvodů. Proto je důležité zvýraznit výkon motocyklu, jeho zábavné jízdní charakteristiky a nalákat zákazníky k jejich životnímu postoji se motocykl hodí.

Cenová úroveň

Cela malých elektrických motocyklů je asi o dvakrát vyšší než startovací cena motocyklů spalovacích odpovídajících kubatur. Dobrým příkladem je například chopper Johammer, za 23 000€. Ve vyšších výkonových kategoriích se ceny začínají srovnávat, elektrické motocykly se ale vždy pohybují u vyšší hranice. Protože motocykl má sloužit pro seznámení trhu s novými technologiemi, je vhodné je ukázat ve špičkové podobě a tohoto cíle se snadněji dosáhne, pokud návrh nebude příliš ekonomicky omezen. Cílová cena by se tedy měla pohybovat okolo horní hranice v této kategorii, což je přibližně 500 tisíc korun. [15]

Distribuce

Firmy u produktů jejichž počet prodaných kusů a zájem o ně není předem jasný úspěšně používají modelu přímé distribuce, kdy vynechávají prostředníka v podobě autosalonu a vůz doručí přímo zákazníkovi. Dodávka může být zároveň spojená s instalací nabíjecí stanice. Takovýto proces, pokud je správně zvládnut, může velmi dobře budovat loajalitu ke značce, protože se jistým způsobem podobá „přijmutí do rodiny“. Takovou metodou bych si představoval řešení distribuce.

Podpora prodeje

Zde by měl být využit některý z postupů, kterými firmy generují zájem o svůj nový produkt. Například kdy firma ohlásí svůj nový model na své vlastní konferenci, kde je již navržený produkt představen a zároveň jsou spuštěny předobjednávky. Tato konference je následovaná prezencí firmy na výstavních salonech, a je důležité mít dostatek kusů k dispozici pro recenzi a aktivně oslovovat recenzenty jak z tradičních médií

SWOT analýza	
Silné stránky Velmi dobré jízdní vlastnosti Nový design Nevázanost na tradiční distribuční síť Nízké provozní náklady	Příležitosti Velký tržní potenciál Vládní iniciativy podporující EV
Slabé stránky Bateriová technologie Dobíjecí stanice Nezáměr subkultury	Hrozby Neúspěch bude pro firmu katastrofální Výrobní kapacity a dostupnost baterií

Obr.8-1 Rozbor silných a slabých stránek

jako jsou magazíny a televizní pořady, tak z médií novodobých jako je Youtube. Je důležité i oslovit uznávané členy motocyklové komunity, jako jsou například závodní jezdce, a získat je na svou stranu skvělými jízdními vlastnostmi, které moderní elektrické motocykly poskytují, a nebo tak alespoň působit.

8.3 Sociální aspekty

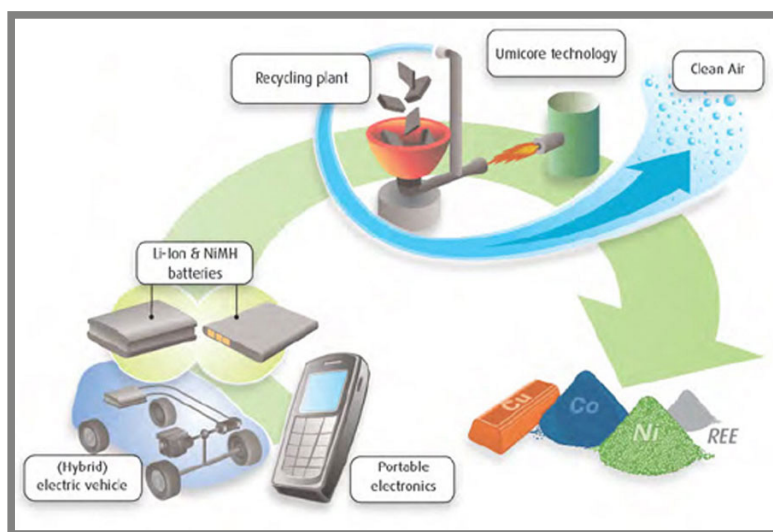
Motocykly byly již dlouho vnímány jako velmi antisociální záležitost, hlučná a nebezpečná záležitost pro lidi na okraji společnosti. Přestože se z nich v poslední době stala mnohem více mainstreamová záležitost, tento názor na pořád ve společnosti částečně přetrvává. Motocykl, který je tichý a čistý, by mohl tento názor pomoci zmírnit, zároveň však jeho jezdce neochutit o zábavu a zážitek spojený s jízdou.



Obr.8-2 Motocykl u rychlonabíječky

Z hlediska bezpečnosti na silnici se někdy ozývají názory, že tichá elektrická vozidla jsou nebezpečná pro chodce, já však s tímto názorem nesouhlasím. Moderní čtyřtákní motory jsou velmi tiché, a v mnoha případech je nelze slyšet, například pokud řidič jeden setrvačností či z mírného svahu. V případě že zpomaluje, jako například u přechodu, kde je zvýšená pravděpodobnost setkání s chodcem, nejsou některé motory slyšet vůbec. V tomto případě se neliší vozidlo elektrické od vozidla spalovacího. Kde určitý rozdíl nastává, je v situacích kdy chodec jde po silnici, kde vozidla cestují mnohem rychleji, jako mimo obec. Ale tam by měl chodec věnovat provozu zvýšenou pozornost a nespolehat pouze na zvuk. I v takové situaci elektrické vozidlo vydává

dostatečný hluk že pozorný chodec by neměl problém zjistit, že se blíží vozidlo, když například komunikaci mezi obcemi přechází.



Obr.8-3 Recyklace baterií Umicore

8.3.1 Ekologie

O tom, že elektrická vozidla jsou šetrnější k životnějšímu prostředí, je veřejnost již dlouhodobě přesvědčovaná. Ale reálný dopad se velmi liší od místa k místu, a nejvíce k němu přispívá způsob, jak je elektřina generována. Pokud je vozidlo provozované v oblasti, kdy se většina elektřiny získává spalováním uhlí, tak potom efektivně jezdí na uhlí místo na benzín a dopad na prostředí je ještě horší. Pokud je vozidlo provozované tam, kde je elektřina generována čistšími způsoby, tak potom je většina zplodin které na vozidlo připadají následkem jeho výroby.

Tato oblast už není vůbec jasně prozkoumaná. Je nesporné, že při výrobě elektrických vozidel se spotřebuje více energie a vznikne víc zplodin, než při výrobě vozidla spalovacího. Počet toxických látek značně poklesl při přechodu na stále modernější chemická složení akumulátorů, ale stále proces výroby akumulátorů a především proces jejich recyklace zůstává vysokou zátěží na životní prostředí. Proces recyklace akumulátorů, především kvůli znovu získání lithia je v současné době velmi hrubý, využívající primitivních postupů. Zaměřuje se pouze na získání cenných kovů, samotné lithium je degradované na plnicí betonových směsí. Finální ekologický dopad motocyklu tak záleží na množství paliva, ušetřeného za životní cyklus vozidla. Prognózy času, kdy se elektrické vozidlo stane ekologicky výhodnějším, se široce pohybují od dvou až tří let jako nejnižší hranice, až po deset let a déle. [38]

Tyto problémy byly řešené na úrovni společnosti, na úrovni jednotlivce jsou elektrická vozidla nesporně čistší, tišší a ekonomičtější na údržbu a provoz. Z těchto důvodů a s ohledem na zlepšující se prognózu do budoucnosti je však ideální čas na vývoj elektrických vozidel.

8.3.1

9 ZÁVĚR



Obr.9-1 Jezdec u motocyklu

Cílem diplomové práce byl návrh designu elektrické motorky. Pro užší specifikaci s ohledem na vysoký zájem o téma byla motorka specifikovaná jako cestovní. Prvoplánovým cílem bylo navrhnout konceptuální motocykl, zaměřený na dálkové cestování osob.

Po konfrontaci tohoto prvního nápadu s rychlou analýzou možností na trhu byl záměr přehodnocen. Pokud byl navrhovaná motorka měla v časovém období následujících deseti let jezdit, bylo by potřeba aby vývoj technologií nepředpokládaně pokročil. Zaměření navrhované motorky bylo přehodnocené na motocykl na denní jízdu, na krátké cestování a jízdu pro zábavu, a pro jízdu převážně na zpevněných komunikacích.

Pro splnění konstrukčních požadavků a splnění vytýčených cílů, a to dosáhnutí lepšího skloubení použitých technologií a vyhledání nových potencionálních technologií, bylo nutné provést detailní analýzu. Mezi důležité prvky v ní zahrnuté bylo prozkoumání současné technologie elektrických vozidel, jejích možností a aplikovatelnosti na motocykl, stejně jako prozkoumání už existujících návrhů.

Rozložení motocyklu bylo zvoleno především podle práce Tonyho Foale. Použité komponenty byly vybrány z reálných technologií které vstupují na trh. Motorka by tak byla okamžitě sestavitelná. Zvolený motor je malý motor od firmy Emrax, jejich větší motory byly úspěšně použité v závodních elektrických motocyklech. Baterie jsou od firmy Samsung, poskytují výhodný poměr formátu a kapacity.

Na základě poznatků získaných v analýze byly vypracované variantní návrhy. Z počátku byly návrhy smíšenou sbírkou skic a konceptů. V jádru každého návrhu stála jedna konkrétní myšlenka, buď konstrukční princip, vizuální styl nebo i jeden konkrétní detail. Postupnou revizí a přepracováním skic se vyvinulo několik variant, které byly prezentované v kapitole variantní návrhy. Z původních hrubých skic se kvůli dodržování konstrukčních a ergonomických požadavků, a kvůli postupnému tvarovému přepracování staly plnohodnotné koncepční návrhy. Každý z návrhů se od sebe lišil jak technickým uspořádáním a stylingem, tak i v zásadním typovém rozdělení motocyklu. Jeden návrh byl městským café racerem, další byla cestovní silniční motorka a poslední dual-sport motocykl, vhodný jak na terén tak na silnici. Jako finální varianta byla vybrána silniční cestovní. Poskytovala ještě hodně prostoru k dalšímu zpracování a zdálo se, že minimum technických problémů.

K výslednému tvarovému řešení jsem se dopracoval pomocí hliněného modelu, velmi tradiční technikou. Počítačová data poskytly základ pro model, ten byl přepracován a pomocí 3d skenu znovu digitalizován.

Navržený motocykl má organické tvarování, přerušené splývavými křivkami. Nesdílí agresivní, rovné linie současných motocyklů. Zavěšení kol je typu Parker, podobné jako bylo použité na experimentálních motocyklech Elf.Honda a na Yamaha GTS-1000. V zájmu dodržení navrženého vizuálu byly některé prvky přizpůsobené do stále funkční, ale ne jejich ideální podoby, navržený rám a zavěšení kol by rozhodně nemohlo konkurovat sportovním motocyklům. Snížená tuhost je vykoupena především kompaktním rámem a na typ zavěšení velmi dobrým poloměrem otáčení.

Pokud by byl prostor k dalšímu přepracování motocyklu, bylo by možné vytvořit další variantu motocyklu, s lépe vyřešeným skloubením technické a designérské části návrhu. Navržené změny by zahrnovaly zvýšení rámu a horní paži přední nápravy, která by byla umístěná až nad kolem, a byla kratší a jednodušší konstrukce. Spodní paže by procházela přímo osou kola a její uložení by bylo blíže boku motocyklu, umožňující výhodnější konstrukci. Vyšší svislý člen by umožnil řízení přímo spojenou teleskopickou tyčí, místo použitého řízení táhlem. Takto uspořádané prvky, velmi podobné řešení firmy Motoirno, ve všech jízdních vlastnostech měli překračovat současné řešení motocyklů s teleskopickými vidlicemi. Řešení použité na navrženém motocyklu nabízí mnoho výhod, ale jisté věci mu lze vytknout.

Návrh komponentů pohonu motocyklu se mi jeví jako velmi uspokojující, vlastnosti všech součástí překračují konkurenci a společně s návrhem ovládacích prvků by motorka měla vykazovat velmi dobré výkonové charakteristiky, dlouhý dojezd a zábavnou, snadno ovladatelnou jízdu. Tu podporuje způsob sezení na motorce, který je kombinací pohodlného a sportovního.

Vytyčené cíle práce byly splněny, navržený motocykl má rám který poskytuje výhodnější zástavbový prostor, splňuje všechny požadavky a integruje nové technologie. Výsledkem práce je návrh motocyklu, který nastiňuje jak by v časovém rámci příštího desetiletí mohly vypadat elektrické motocykly.

CITACE

- [1] H. W. LIBBEY. ELECTRIC BICYCLE. No. 596,272.. Patented Dec 28,1897.
- [2] TRAGATSCH, Erwin. Alle Motorräder: 1894 bis heute : e. Typengeschichte, 2500 Marken aus 30 Ländern. Stuttgart: Motorbuch-Verlag, 1976. ISBN 3879434107.
- [3] Global Energy Systems. Karl Kordesch, PhD [online]. Oregon, 2009 [cit. 2016-05-11]. Dostupné z: <https://www.globalenergysys.net/bios/KarlKordeschPhD.pdf>
- [4] Cycle world. New York, N.Y.: Bonnier Corp, 1991, 1991(2). ISSN 0011-4286.
- [5] Electric Scooters. The fascinating history of electric bikes. In: Electricscooters.co.za [online]. 2013 [cit. 2016-05-11]. Dostupné z: http://electricscooters.co.za/electricscooterblog/5_The-fascinating-history-of-electric-bikes.html
- [6] Ride Misson [online]. USA: Mission Motorcycles, 2014 [cit. 2014-12-20]. Dostupné z: ridemission.com
- [7] ZERO MOTORCYCLES [online]. USA: Zero Motorcycles, 2016 [cit. 2016-12-10]. Dostupné z: <http://www.zeromotorcycles.com/>
- [8] Saietta Group [online]. Oxfordshire, Velká Británie: Saietta, 2015 [cit. 2016-12-10]. Dostupné z: <http://saiettagroup.com/>
- [9] Volta Motorbikes [online]. Praha: EXAC, 2016 [cit. 2016-12-10]. Dostupné z: <http://voltamotorbikes.cz/>
- [10] No holding back for the future JOHAMMER e-mobility [online]. Bad Leonfelden: Johammer e-mobility, 2015 [cit. 2016-12-10]. Dostupné z: <http://www.johammer.com/en/>
- [11] Bultaco [online]. Madrid: Bultaco, 2016 [cit. 2016-12-10]. Dostupné z: <http://www.bultaco.com/en/>
- [12] JP. The electric scooter market. In: Clean Rider [online]. 2014 [cit. 2016-05-11]. Dostupné z: <http://cleanrider.com/electric-scooter-market/>
- [13] Electric motorcycle and scooter sales are expected to total 55 million from 2015 to 2024. (2015, May 20). Targeted News Service
- [14] Delmont, J. (2010). Is there an electric motorcycle in your future? Dealernews, 46(8), 16.
- [15] Global motorcycle sales 2015 market research report. (2016, Feb 01). M2 Presswire
- [16] JANSÁ, Vladimír. Konstrukce motocyklu: určeno konstruktérům a studujícím průmyslových a vysokých škol. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1960. Řada strojírenské literatury.
- [17] FOALE, Tony. Motorcycle handling and chassis design: the art and science. Sec. ed. Spain: Tony Foale, 2006. ISBN 84-933-2863-4.
- [18] VLK, František. Teorie a konstrukce motocyklů. Brno: František Vlk, 2004. ISBN 80-239-1601-7.
- [19] JOHNSON MATTEY BATTERY SYSTEMS. Our guide to batteries. Dundee, 2012.
- [20] SAMSUNG SDI. Smart Battery Systems: for energy storage. Gyeonggi-do, 2016.
- [21] THE MOTORBIKE SUSPENSION BIBLE [online]. USA: Chris Longhurst, 2016 [cit. 2016-11-09]. Dostupné z: http://www.carbibles.com/suspension_bible_bikes.html

-
- [22] MOTORCYCLE FRAMES EXPLAINED - THE FRAME GAME. In: Super Streetbike [online]. USA: SSB, 2009 [cit. 2016-11-09]. Dostupné z: <http://www.superstreetbike.com/motorcycle-frames-explained-frame-game?image=1>
- [23] EHSANI, Mehrdad. Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles: Fundamentals, Theory, and Design. Boca Raton: CRC PRESS LLC, 2005. ISBN 0-8493-3154-4.
- [24] DILLARD, Ted. ..from Fossils to Flux. 3. USA: Ted Dillard, 2013. ISBN 9781304272041.
- [25] ElectricMotorcycleForum [online]. USA: Simple Machines, 2016 [cit. 2016-12-11]. Dostupné z: <http://electricmotorcycleforum.com/>
- [26] PROCTER, Guy. MotoCzysz launches \$24k-42k ,100bhp continuous‘ oil-cooled plug-and-play electric powertrain. In: Motorcycle News [online]. Peterborough: Bauer Consumer Media, 2016 [cit. 2016-12-11]. Dostupné z: <http://www.motorcyclenews.com/news/2016/february/feb2710-motoczysz-launches-plugnplay-powertrain/>
- [27] Desktop Images [online]. [cit. 2016-12-11]. Dostupné z: <http://www.desktopimages.org/>
- [28] ElMoto.net - the electric motorcycle forum [online]. vBulletin Solutions [cit. 2016-12-11]. Dostupné z: <http://elmoto.net/>
- [29] ERJAVEC, Jack. Hybrid, electric. Second edition. Florence: Cengage Learning, 2013. ISBN 978-084-0023-957.
- [30] Ovládací prvky motocyklu. In: Má motorka [online]. CZ [cit. 2017-05-10]. Dostupné z: <http://mamotorka.sweb.cz/images/riditka.jpg>
- [31] WINFIELD, Barry. BUELL BELT DRIVE SYSTEM. In: Motorcycle daily [online]. USA: Enhance Partners, 2008 [cit. 2017-05-10]. Dostupné z: <http://www.motorcycledaily.com/wp-content/uploads/2008/05/050808middle2.jpg>
- [32] Behance [online]. New York City: Adobe Systems Incorporated, 2017 [cit. 2017-05-10]. Dostupné z: www.behance.net
- [33] REINHARDT, Seth. Long forgotten: The crazy experimental bikes Elf built. In: Motorsport Retro [online]. 2009 [cit. 2017-05-10]. Dostupné z: <http://www.motorsportretro.com/2009/12/elfs-experimental-bikes/>
- [34] Ultracapacitor Overview. In: Maxwell Technologies [online]. San Diego, CA: Maxwell Technologies, 2017 [cit. 2017-05-15]. Dostupné z: <http://www.maxwell.com/products/ultracapacitors>
- [35] Motorbikes line up during WAVE Trophy rally [online]. In: . [cit. 2017-05-15]. Dostupné z: <https://static.mtbw.rhyndo.org/uploads/2016/10/ZERO-SmMartin-Moritz-Energica-Ego-Johammer-E-Jean-Pierr-Kessler-motorbikes-line-up-during-WAVE-Trophy-electric-vehicle-rally-photo-Louis-Palmer-Wave-Trophy-1-.jpg>
- [36] Electric bike simulator [online]. [cit. 2017-05-17]. Dostupné z: <http://www.electricbikesimulator.com>
- [37] EMRAX 208. EMRAX [online]. Kamnik, Slovenia [cit. 2017-05-17]. Dostupné z: <http://emrax.com/products/emrax-208/>
- [38] GAINES, Linda. The future of automotive lithium-ion battery recycling: Charting a sustainable course. Sustainable Materials and Technologies. Elsevier, 2014, (1-2), 6s.
- [39] Battery Recycling: The Catch-22 of Cheap and Abundant Lithium. In: Plugin Cars [online]. 2012 [cit. 2017-05-18]. Dostupné z: <http://www.plugincars.com/battery-recycling-catch-22-cheap-and-abundant-lithium-124829.html>
-

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr.1-1	Libbeyho patent z roku 1987 [1]	13
Obr.2-1	Karl Kordesch a jeho motocykl [3]	14
Obr.2-2	Peugeot Scoot'Elec [5]	14
Obr.2-3	Mission R [6]	15
Obr.2-5	Zero SR [7]	16
Obr.2-4	Rám Misson R [6]	16
Obr.2-7	Agility Saietta [8]	17
Obr.2-6	Rám Zero SR [7]	17
Obr.2-8	Uložení baterií na motocyklu Saietta [8]	18
Obr.2-9	BCN City [9]	18
Obr.2-10	Uložení baterií na motocyklu Volta [9]	19
Obr.2-11	J-1 [10]	19
Obr.2-12	Rám motocyklu Johammer [10]	20
Obr.2-13	Bultaco Rapitán [11]	20
Obr.2-14	Rozměry motocyklu [18]	21
Obr.2-15	Výběr z typů rámu [18]	22
Obr.2-16	Typy kapot silničních motocyklů - polokapota, plná kapota, „naháč“ [27]	23
Obr.2-17	Odpružení typu Hossack, Foale a Parker [17]	24
Obr.2-18	BMW vidlice paralever [21]	24
Obr.2-19	Jednostranná zadní vidlice s kolébkou [21]	25
Obr.2-20	Uložení komponent Motoczysz - Baterie, motor a řídicí jednotka [26]	26
Obr.2-21	Pohon řemenem [31]	26
Obr.2-22	Uložení baterií v motocyklu Brammo [25]	27
Obr.2-23	Ovládací prvky na řídítkách [30]	28
Obr.2-24	Výhody kapacitoru [34]	29
Obr.2-25	Příklad motocyklu s rámem typu Parker [33]	30
Obr.3-1	Sbírka konceptů motocyklů z Behance [32]	32
Obr.3-2	Srovnání motocyklů v současnosti na trhu [35]	34
Obr.4-1	Souhrn varianty jedna	36
Obr.4-2	Skici k variantě jedna	37
Obr.4-3	Směrodatná skica	37
Obr.4-5	Druhá varianta	38
Obr.4-4	Alternativní podoba varianty	38
Obr.4-6	Skici k variantě dvě	39
Obr.4-8	Shrnutí varianty jedna	40
Obr.4-7	Směrodatná skica	40
Obr.4-9	Soubor skic varianty třetí	41
Obr.4-11	Finální podoba třetí varianty	42
Obr.4-10	Raná podoba motocyklu	42
Obr.5-1	Skica	44
Obr.5-2	Práce na modelu	45
Obr.5-3	Kompozice	46
Obr.5-4	Přední osvětlení	46

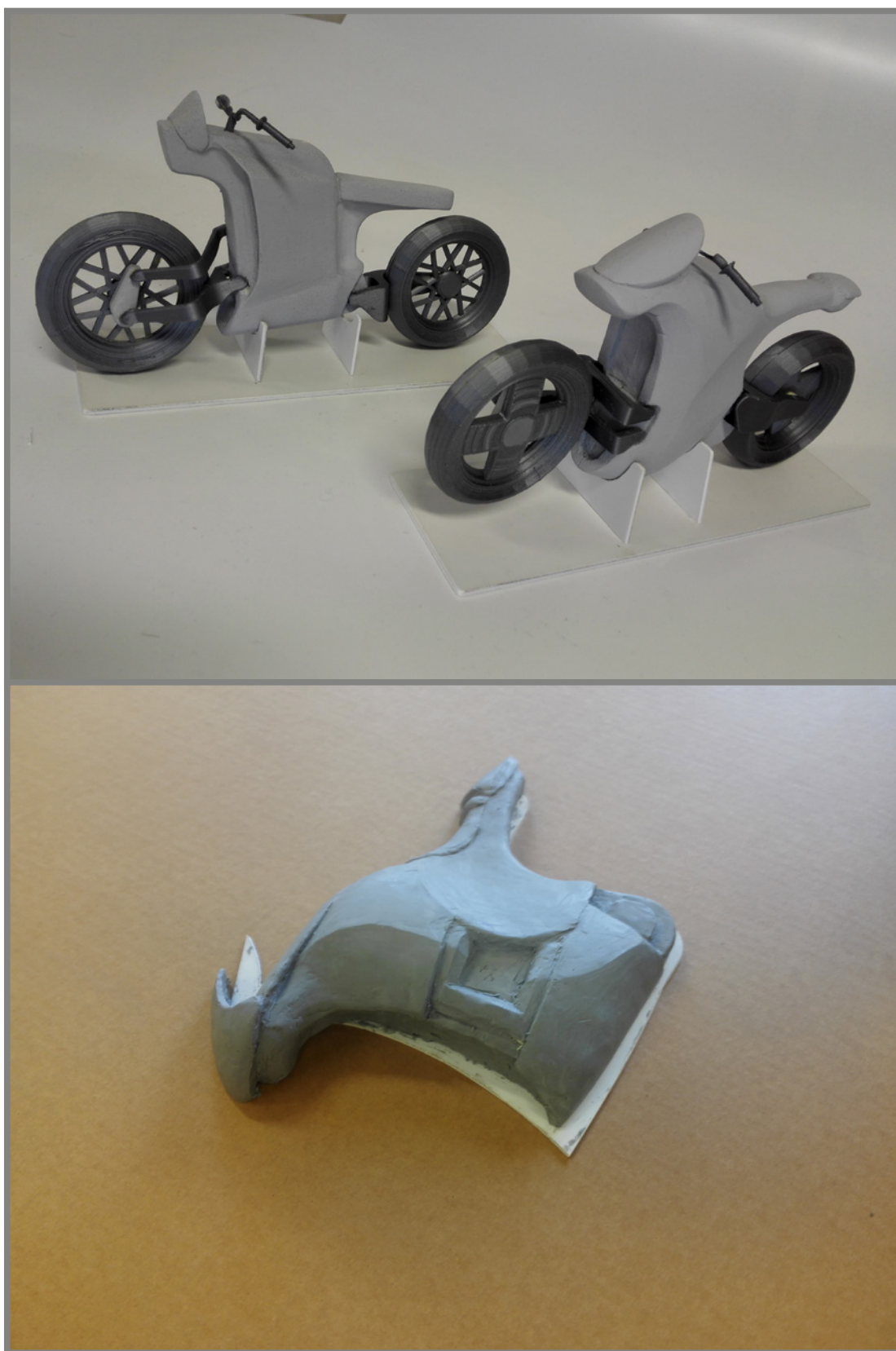
Obr.5-5	Zadní osvětlení	47
Obr.5-6	Pohled zezadu	48
Obr.5-7	Rám motocyklu	49
Obr.5-8	Zadní disk a náprava	50
Obr.5-9	Pohled shora	51
Obr.6-1	Hlavní rozměry	52
Obr.6-2	Rozložení komponent	53
Obr.6-3	Rám motocyklu s disky	54
Obr.6-4	Maximální natočení kola	55
Obr.6-5	Detail zavěšení předního kola	55
Obr.6-6	Odhad poloměru otáčení	56
Obr.6-7	Pohled na zásuvky	57
Obr.6-8	Parametry motoru [37]	58
Obr.6-9	Simulovaný dojezd [36]	59
Obr.6-10	Ergonomické rozměry motocyklu	60
Obr.6-11	Dva jezdci na motocyklu	61
Obr.6-13	Zorné úhly	62
Obr.6-12	Jezdec na motocyklu	62
Obr.6-14	Dálkové světlomety	63
Obr.7-1	Ovládací prvky	64
Obr.7-2	Úložný prostor	65
Obr.7-3	Šířka motocyklu	65
Obr.7-1	Náhled na motocykl	66
Obr.7-2	Varianty	67
Obr.7-3	Označení ovladačů	68
Obr.7-4	Inicializace	68
Obr.7-5	Menu	69
Obr.7-6	Jízda bez navigace	69
Obr.7-7	Jízda s navigací	70
Obr.8-1	Rozbor silných a slabých stránek	73
Obr.8-2	Motocykl u rychlonabíječky	74
Obr.8-3	Recyklace baterií Unicore [39]	75
Obr.9-1	Jezdec u motocyklu	76

SEZNAM PŘÍLOH

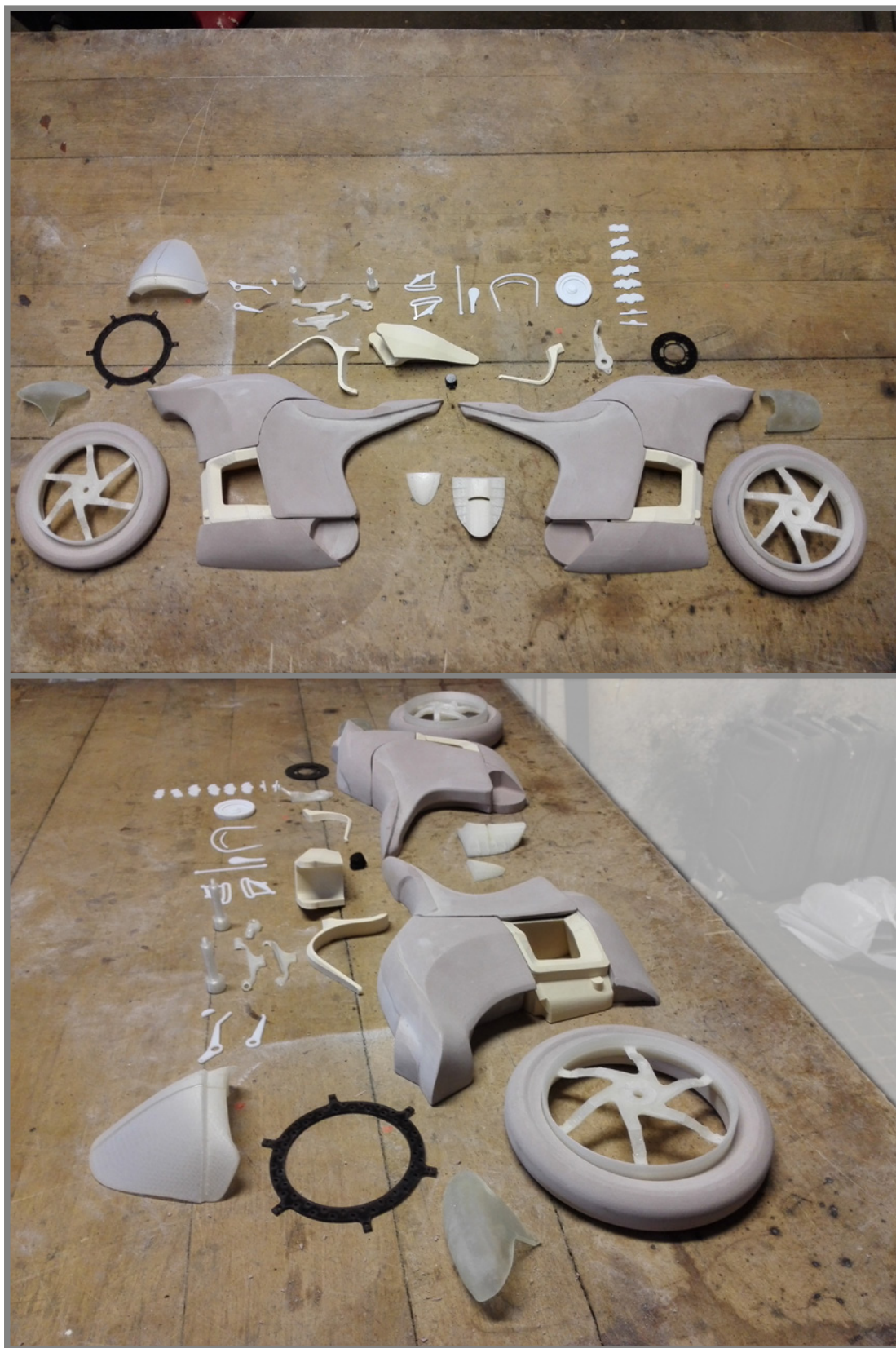
- Plakáty A1 4x: Designérský, Sumarizační, Technický a Ergonomický
- Náhledy plakátů 4x
- Fotografie koncepčních modelů
- Fotografie práce na modelu
- Model 1 : 4

VLOŽENÁ PŘÍLOHA

9.1 Fotografie koncepčních modelů

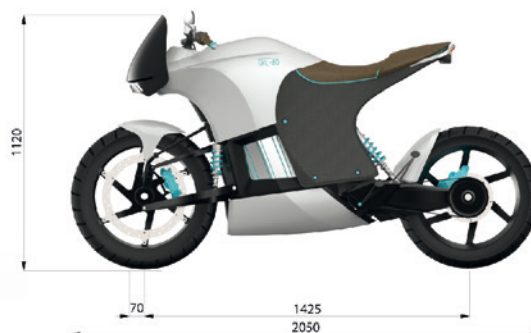


9.2 Fotografie práce na modelu



DESIGN CESTOVNÍHO MOTOCYKLU NA ELEKTRICKÝ POHON

Sumarizační
plakát



Tato diplomová práce se zabývá designem elektrického cestovního motocyklu. Nejprve je analyzována současná situace na trhu. Na základě této analýzy je vypracován návrh s ohledem na konstrukční, ergonomické a estetické aspekty. Součástí práce je vyhledání a využití vhodných nových technologií.

Vytyčené cíle práce byly splněny, navržený motocykl má rám který poskytuje výhodnější zástavbový prostor, splňuje všechny požadavky a integruje nové technologie. Výsledkem práce je návrh motocyklu, který nastihuje jak by v časovém rámci příštího desetiletí mohly vypadat elektrické motocykly.

T VYSOKÉ UČENÍ FAKULTA
TECHNICKÉ STROJNÍHO
V BRNĚ INŽENÝRSTVÍ

ÚSTAV
KONSTRUOVÁNÍ

odbor
průmyslového
designu

DESIGN CESTOVNÍHO MOTOCYKLU NA ELEKTRICKÝ POHON / DIPLOMOVÁ PRÁCE / Bc. Martin Krčma / Vedoucí: doc. Ladislav Křenek, ArtD. / VUT v Brně / FSI / ÚK / OPD / 2016/17

DESIGN CESTOVNÍHO MOTOCYKLU NA ELEKTRICKÝ POHON

Designérský
plakát



Požadavky splněné návrhem motocyklu jsou z oblasti ergonomie, aerodynamiky a stylingu. Ergonomie spočívá především v jízdním komfortu a je blízce spojena s aerodynamickým řešením.

Kapotáž motocyklu byla navržena se zaměřením na ovládací plochy a komfort řidiče při jízdě bez nutnosti zalehnutí. Výsledná kapotáž má hladký, celistvý charakter. Další důležitou funkcí kapoty je svod vzduchu pro chlazení komponent. Tak vznikly chladičové otvory na přední straně motocyklu, které ve spojení s organickým tvarováním kapoty dávají stroji animální vzhled.

T VYSOKÉ UČENÍ FAKULTA
TECHNICKÉ STROJNÍHO
V BRNĚ INŽENÝRSTVÍ

K ÚSTAV
KONSTRUOVÁNÍ

X odbor
průmyslového
designu

DESIGN CESTOVNÍHO MOTOCYKLU NA ELEKTRICKÝ POHON / DIPLOMOVÁ PRÁCE / Bc. Martin Kržma / Vedoucí: doc. Ladislav Křenek, ArtD. / VUT v Brně / FSI / ÚK / OPD / 2016/17

DESIGN CESTOVNÍHO MOTOCYKLU NA ELEKTRICKÝ POHON

Ergonomický
plakát



Motocykl je stroj se kterým člověk zachází na velmi blízké a úrovni. Má mnoho prvků ovládání a hodně součástí na údržbu, stejně jako hodně signalizačních prvků. Na návrhu motocyklu jsem se pokusil o zjednodušení některých procedur oproti silničním motocyklům, některé naopak byly ponechány cílevědomě stejné.



Sedlo motocyklu je vyšší, s úzkým hluboce polstrovaným sedlem a mírným nakloněním vpřed. Rukojeti řidítek jsou mírně skloněné dolů, ale víceméně v rovině. Mají standardní šířku 700 mm, průměr 30 mm. Řidítka jsou však silikové i výškově nastavitelná.

Řidič sedí pohodlně, ve vzplímeném sedu, s možností zalehnutí na nádrž. Kolena má v prohlubně za obloukem nádrže, která umožňuje sevření koleny. Sedlo je primárně určeno pro jednoho jezdce, druhá pozice je vhodná pro kratší jízdy.

T VYSOKÉ UČENÍ FAKULTA
TECHNICKÉ STROJNÍHO
V BRNĚ INŽENÝRSTVÍ

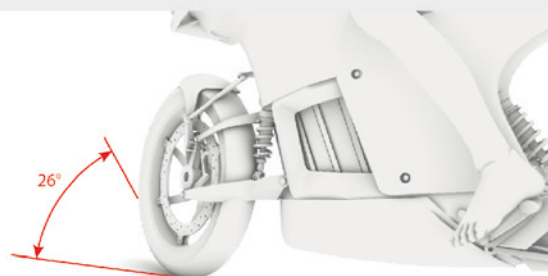
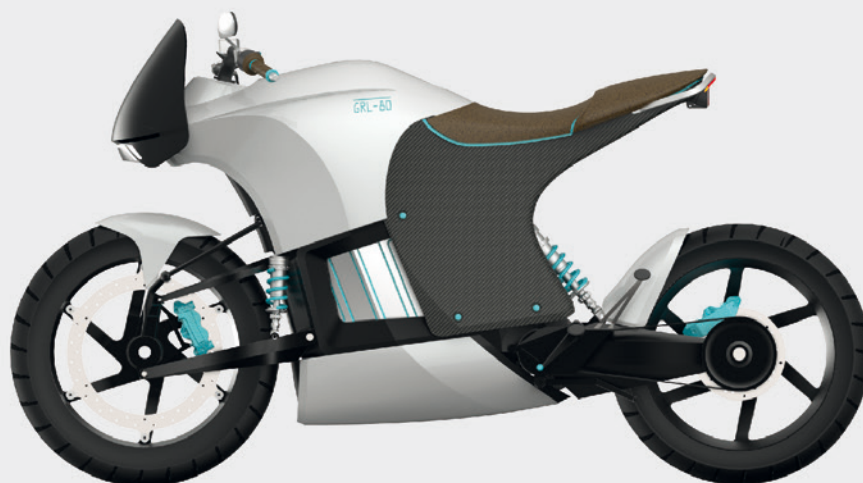
ÚSTAV
KONSTRUOVÁNÍ

odbor
průmyslového
designu

DESIGN CESTOVNÍHO MOTOCYKLU NA ELEKTRICKÝ POHON / DIPLOMOVÁ PRÁCE / Bc. Martin Krčma/ Vedoucí: doc. Ladislav Křenek, ArtD. / VUT v Brně / FSI / ÚK / OPD / 2016/17

DESIGN CESTOVNÍHO MOTOCYKLU NA ELEKTRICKÝ POHON

Technický
plakát



Navržený motocykl svými rozměry, stylem sezení řidiče a výbavou nejvíce připomíná motocykly střední kubatury, typu naked bike. Není to malý motocykl, má delší rozvor kol, ale stále zapadá mezi spoustu dalších představitelů této kategorie.

Rychlým shrnutím parametrů by mohl motocykl být klasifikován jako zcela kapotovaný silniční motocykl s obvodovým rámem, rovnoběžníkovým uložením předního kola, letmo uloženými kořty, poháněn synchronním motorem, přímo pohánějícím kolo.

T VYSOKÉ UČENÍ FAKULTA
TECHNICKÉ STROJNÍHO
V BRNĚ INŽENÝRSTVÍ

K ÚSTAV
KONSTRUOVÁNÍ

X oddělení
průmyslového
designu

DESIGN CESTOVNÍHO MOTOCYKLU NA ELEKTRICKÝ POHON / DIPLOMOVÁ PRÁCE / Bc. Martin Kržma / Vedoucí: doc. Ladislav Křenek, ArtD. / VUT v Brně / FSI / ÚK / OPD / 2016/17